



A

fizika

TANÍTÁSA

1995. JANUÁR

ára: 90,- Ft

III. évf. / 1. s.

TARTALOM

A FIZIKA "NAT TARTALMI KÖVETELMÉNYEI"-RŐL

Dr. Halász Tibor
főiskolai docens, JGYTF, Szeged

"FÖLDCSUSZAMLÁS NÉLKÜL..."

(A SZEGEDI TANKÖNYVCSALÁDRÓL: FIZIKA 12, 13, 14 ÉVESEKNEK)

Papp Györgyné egyetemi docens,
JATE, Szeged

MUNKÁLTATÁS MUNKATANKÖNYV NÉLKÜL

Dr. Miskolczi Józsefné
általános iskolai szakvezető, Szeged

ÖVEGES JÓZSEF ÁLTALÁNOS ISKOLAI FIZIKA- VERSENÝ 1994

Dr. Berkes József - Janóczki József - Ősz György -
Rónaszéki László - dr. Vida József

AZ ÖVEGES JÓZSEF ÁLTALÁNOS ISKOLAI FIZIKA- VERSENÝ 1994. ÉVI DÖNTŐJÉNEK FELADATAI

Dr. Berkes József - Janóczki József - Ősz György -
Rónaszéki László - dr. Vida József

AZ OKTV FIZIKA I. KATEGÓRIA III., KÍSÉRLETI FORDULÓJÁNAK FELADATAI ÉS MEGOLDÁSAI (V. RÉSZ)

Dr. Molnár Miklós
egyetemi adjunktus, JATE, Szeged

A tervek szerint, mire ez az írás megjele-
nik, minden iskolában ott lesz a „NAT
tartalmi követelmények” teljes rendsze-
rének javasolt változata. Így, a fizika követel-
ményeit itt most nem szükséges részletezni,
inkább a bemutatás, értelmezés szándékával
célszerű írni róla. (3. oldal)

Bármilyen fizika tankönyvből tanítunk,
nem vitatható a tanári és a tanulói ki-
sérletek fontossága. Heti két fizika órá-
ban több, másfél órában kevesebb idő jut a ki-
sérletekre. Semmilyen körülmények között
sem mondhatunk le azonban a tanulókat moti-
váló,... (10. oldal)

Az 1993/94-es tanévben Tatán, ne-
gyedik alkalommal zajlott le az Öveges
József Általános Iskolai Fizikaverseny
döntője. Érdemes visszatekinteni a megtett út-
ra. Ismeretes, hogy a döntő előtt kerül sor az
iskolai, a területi (a fővárosban kerületi), a me-
gyei erőpróbákra. (15. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A FIZIKA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Bonifert Domonkosné dr.
főiskolai docens

Szerkesztőbizottság:

Dr. Kövesdi Katalin
főiskolai adjunktus
Dr. Miskolczi Józsefné
általános iskolai szakvezető
Dr. Molnár Miklós
egyetemi adjunktus

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.
Tel.: (62) 312-988,
FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.
Felelős kiadó: Török Zoltánné
Tördelő szerk.: Kovács Attila

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió
6701 Szeged, Pf. 301.
Éves előfizetési díj: 450 Ft
A lap megvásárolható a
MOZAIK Könyvesboltokban:
Szeged, Csongrádi sgt. 73.
Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent a Művelődési és
Közoktatási Minisztérium
támogatásával

A fizika tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen for-
mában kizárólag a kiadó elő-
zetes írásbeli engedélyével tör-
ténhet.

ISSN 1216-6634

Készült a Dürer Nyomda Kft-ben
Felelős vezető: Székely András

TARTALOM

A FIZIKA "NAT TARTALMI KÖVETELMÉNYEI"-RŐL

Dr. Halász Tibor
főiskolai docens, JGYTF, Szeged

"FÖLDCSUSZAMLÁS NÉLKÜL..."

(A SZEGEDI TANKÖNYVCSALÁDRÓL: FIZIKA 12, 13, 14
ÉVESEKNEK)

Papp Györgyné egyetemi docens,
JATE, Szeged

MUNKÁLTATÁS MUNKATANKÖNYV NÉLKÜL

Dr. Miskolczi Józsefné
általános iskolai szakvezető, Szeged

ÖVEGES JÓZSEF ÁLTALÁNOS ISKOLAI FIZIKA- VERSENY 1994

Dr. Berkes József - Janóczki József - Ősz György -
Rónaszéki László - dr. Vida József

AZ ÖVEGES JÓZSEF ÁLTALÁNOS ISKOLAI FIZIKA- VERSENY 1994. ÉVI DÖNTŐJÉNEK FELADATAI

Dr. Berkes József - Janóczki József - Ősz György -
Rónaszéki László - dr. Vida József

AZ OKTV FIZIKA I. KATEGÓRIA III., KÍSÉRLETI FORDULÓJÁNAK FELADATAI ÉS MEGOLDÁSAI (V. RÉSZ)

Dr. Molnár Miklós
egyetemi adjunktus, JATE, Szeged

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegheli citálások név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Halász Tibor

A fizika "NAT tartalmi követelményei"-ről*

A tervek szerint, mire ez az írás megjelenik, minden iskolában ott lesz a „NAT tartalmi követelmények” teljes rendszerének javasolt változata. Így, a fizika követelményeit itt most nem szükséges részletezni, inkább a bemutatás, értelmezés szándékával célszerű írni róla.

A „követelmények” lényegének jobb megértése nemcsak a későbbi alkalmazás tudatosságát segítheti elő, hanem a végleges változat kialakulását is befolyásolhatja. A Művelődési és Köznevelési Minisztérium ugyanis társadalmi bírálatot kér erről az oktatást-nevelést meghatározó, szabályozó gondolati rendszerről. Ehhez azonban jó volna többet tudni a szándékról, a rendezőelvekről, a feltételekről stb., mint ami a közölt tömör szövegből kiolvasható. A következő gondolatok, információk ezt szeretnék elősegíteni.

Mivel a „követelmények” teljesítése nem lehet független az iskolai feltételektől, először nézzük meg, hogy – várhatóan – merre mozog a magyar köznevelés a következő években.

A társadalmi, gazdasági változások iránya azt jelzi, hogy már a közeljövőben is csak a minőséget biztosító, magasabb általános – és szakmai műveltségű munkavállalók remélhetnek viszonylagos anyagi biztonságot. A képzetlenek és az átképezhetetlenek többségére bizonytalan jövő vár. Ezért néhány éven belül a gyerekek 60-70 %-a érettségivel záró középiskolába akar majd járni. Ez a középfokú oktatás expanzióját, „eltömegesedését” hozza létre, ami a köznevelés jelenlegi gazdasági, szervezeti, tartalmi, módszertani, szemléleti körülményeinek megváltozása nélkül nem valósulhat meg.

A szakoktatás – az ifjúságvédelmi törvényvel összhangban – csak 16 éves kor után kezdődhet el. A tervek szerint a jövőben a szakközépiskolák biztosítják az általános szakmai alapot a 10-15 félé modern szakmacsoport számára. Erre épül a munkahelyi specializálás és a nyugdíjig várható többszöri átképzés. Az elméletigényes szakmák megtanulha-

tók lesznek a gimnáziumi érettségi után is. A gyerekeknek csak a – hagyományos szakmákat választó – 15-25 %-a jár majd a jelenlegihez hasonló, de csak 16 évesen elkezdhető szakiskolákba.

Ha nem akarjuk, hogy a középiskolák expanziója az érettségi átlagos színvonalának drasztikus csökkentésével és az elit, illetve a tömegoktatás átjárhatatlan elkülönülésével járjon, akkor széles körben kell biztosítani a szükséges változások feltételeit.

Nem tűrhető tovább, hogy a gyerekek 50 %-a ne tanuljon meg értve olvasni, folyamatosan és helyesen írni, számolni, civilizáltan viselkedni, egészségesen élni, értelmesen tanulni stb., tehát ne rendelkezzen a továbbtanuláshoz nélkülözhetetlen készségekkel és képességekkel. Mivel a tanulók között 10 éves korban a tehetségen kívül a fejlettségben van a legnagyobb különbség (az eddig itt végleg lemaradók többsége nem „buta”, csak későbbi), az alapvető készségek és képességek kialakítására hat tanévet célszerű biztosítani, a mostani négygel szemben.

A jelenlegi felső tagozat feladata (az általános műveltség alapjainak lerakása), a múlt számára megfelelő színvonalon is csak nagy nehézségekkel volt teljesíthető 10-14 éves korban. A jövő növekvő igényeinek megfelelően ezt a pedagógiai feladatot csak – az első hat tanévben – jól előkészített tanulókkal, 12-16 éves korban lehet sikeresen teljesíteni. Ezt a két nagy pedagógiai feladattömböt szabályozza a „10 tanéves alapoktatás” követelményrendszere. Az első tíz tanév feladata – általános megfogalmazásban – tehát minden tanulónak azonos, akármilyen iskolába jár is. Ez és az alapvizsga biztosítja az iskolarendszer szükséges mértékű egységét, az átjárhatóságot, a zsákutcamentességet úgy, hogy nem csökkenti az – egyébként is egyre bizonytalanabb – esélyegyenlőséget. A feladatok megvalósításának mélysége, tartalma, színvonala, szemléletmódja azonban az egyén tehetségét, szorgalmát, családi helyzetét figyelembe vevő iskolától függ.

A gimnáziumok – sok szülő szerint – túlterhelik a tanulóikat, mert mindent újrakeзде-

* A szerző a „NAT” tartalmi követelmények” fizika részének egyik kidolgozója.

nek és mindenkinek minden tantárgyat lényegében azonos módon tanítanak, mintha mindenki mindenből felvételizni akarna. Mivel a fiatalok között 16 éves korukban a tehetségen kívül az érdeklődés területén van a legnagyobb különbség, az iskoláknak ezt figyelembe kellene venni. A túlterhelés is csak úgy csökkenthető, ha tudomásul vesszük, hogy még a saját tantárgyunk is, a tanulók többsége számára „csak” az általános műveltség egy részét biztosítja és nem az élethivatás szakmai előkészítője.

A pedagógiai feladatoknak ez a tanulók életkori sajátosságait jobban tisztelő három szakasza:

- az alapkészségek és képességek kialakítása az első hat tanévben (alap),
- az általános műveltség alapjainak lerakása 12-16 éves korban (alsó-közép),
- a szakmára történő fel- vagy előkészítés 16 éves kor után (felső-közép)

úgy valósítható meg az egyén számára leghatékonyabban, ha az iskolák szerkezetét, a helyi igényeknek megfelelően többféle módon lehet kialakítani.

A 10 tanéves kötelező oktatás megvalósításából a 8 osztályos gimnázium hat tanévet, a 6 osztályos négyet, a 4 osztályos pedig kettőt vállalna a maga színvonalán sajátos céljai szerint, és erre építve vinné tovább a tanulókat az érettségiig.

Az általános iskolák többsége a 10 tanév pedagógiai feladatainak megvalósításából nyolc tanévet vállalna, igaz néhány tanuló hamarabb átlépne tőlük a gimnáziumokba. Lehet viszont, hogy a szakiskolákba igyekvő tanulók az alapoktatásnak mind a tíz tanévet – néhány erre vállalkozó – általános iskolában végeznél.

A „hagyományos” szakmát választó tanulók a 9. és 10. tanévet a szakiskolákban is elvégezhetnék, ott alapvizsgáznának a szakoktatás megkezdése előtt.

Ezt a bonyolultnak látszó iskolarendszert úgy lehet jól áttekinteni, ha észrevesszük, hogy ma az iskolák egyetlen lehetséges osztályszerkezete (4 + 4 + 4) tökéletesen egybeesik a pedagógiai feladatok jelenlegi szakaszolásával. Így ezt a két különböző rendszert eddig nem volt szokás külön kezelni. Sokan ezért azonosítják tévesen a „10 tanéves alapoktatást” a „10 osztályos általános iskolával”.

A fizika tartalmi követelményeinek megítésénél egy ilyen iskolarendszert figyelembe véve, a következőkből kell kiindulni:

1. A „Közzoktatási törvény”-ben meghatározott maximális heti óraszám tantárgyak közötti felosztása az egyes iskolák feladata és lehetősége lesz. Ehhez segítséget – a közeli jövőben megjelenő – helyi tanterv-javaslatok nyújtanak. A fizikának mind az öt tanévben valószínű, hogy minimum heti 1,5, maximum heti 2 óra juthat. Erről is helyben kell dönten.
2. A „követelmények” két tanéves egységekben határozza meg a mindenki számára feldolgozandó tartalmakat. Ezen belül a sorrend tetszés szerint felcserélhető, függetlenül attól, hogy a leírás milyen sorrendben történt, pl. a 7. tanévben tanulható elektromosságtan, és akkor a 8.-ban kezdődik a mechanika, vagy fordítva.
3. A „tartalmi követelmény” első oszlopában a minden iskolában feldolgozandó ismeretek, tevékenységek vannak felsorolva. A tananyag pontosabb megtervezésében a szaktanár az osztály adottságaihoz igazodhat, vagy a tartalom növelésével és a feldolgozás igényesebbé tételével, vagy a gyakorlás lehetőségeinek bővítésével. Ha a szülők és a gyerekek „tagozatos” jellegű oktatást kérnek és önként vállalnak, akkor ennek érdekében – a kötelező óraszám 20 %-ával állami költségre – növelhető a heti órák száma.
4. Az egy-egy címmel jelölt tartalmi részleteket tehát nem szabad azonosnak elképzelni a jelenlegi gimnáziumi, vagy általános iskolai tankönyvek azonos című fejezeteivel. Az általános iskola eddigi három tanévének fizika tananyaga ugyanis – egy kis tartalmi bővítéssel a periodikus mozgásoknál, a 9. tanévben – négy évre húzódik szét és a kötelezően feldolgozandó részek egzaktsága, leírásának matematikai jellege visszafogottabb lesz. A fizika-oktatás 5. évében, tehát a 10. tanévben, amikor a tanulók már 16 évesek, a mai modern világ igényeinek megfelelő ismeretekkel találkozik a tanuló.
5. A fizikaoktatás céljának és követelményeinek szemléletmódja is megváltozik. A tartalmi részletek és az ellenőrzés jelenlegi kiemelkedő szerepét arányosítani kell a személyiségfejlesztéssel, a tanulói önállóság erősítésével és egy, a gyakorlatban is alkalmazható fizikai világkép kialakításával. Ezt segítik a bevezetőben található „általános követelmények” és a táblázatos rész középső oszlopában kiemelt „Fejlesztési követelmények”.

A harmadik oszlopban a továbbhaladáshoz szükséges „Minimális teljesítmény”, tehát az „elégletes” tudás feltételei találhatók.

Az eddig leírtak többsége minden tantárgynál felhasználható információ lehet. A fizika sajátos jellemzőit célszerű külön megvizsgálni.

A **6. tanévben** „Természetismeret” néven szerepel egy tantárgycsoport (vagy egy integrált tantárgy) amelyben a jelenlegi 6. osztályos fizika leglényegesebb része is megtalálható. Ezt az ismeretanyagot, tevékenységi típusrendszert csak fizika szakos tanár taníthatja eredményesen. A tanítás megvalósítható két félévben heti 2-2 órában, vagy csak a második félévben, de akkor heti 4 órában, a biológia-földrajz rész tanárával történő megállapodástól függően.

E tantárgy feladata elsősorban megismertetni és megszerettetni a tanulókkal közvetlen környezetüket és előkészíteni, megalapozni a természettudományok tanítását. A „Fizikai alapismeretek a természettudományok tanulása” alcím ezután is jellemzője lehet a 6. osztályban tanult fizikai alapismereteknek.

Ha összehasonlítjuk a 6. osztályban most tanított fizikát a tervezettel, akkor azt tapasztaljuk, hogy jelentős a csökkentés. Elsősorban a feldolgozás mélysége „szelídült”, mert más-hova került a „sűrűség” és a „hőtan” mennyiségi leírása. Így a 6. tanévben csak egyetlen képlet szerepel kötelezően: a $W = F \cdot s$, az is csak azért, hogy az energiának bevezethető legyen a mértékegysége.

A **7. tanévben** mi az elektromosságtan tanítását javasoljuk, mert:

- változatosabb, mint a mechanika, sok tanulói kísérlet végezhető vele kapcsolatban, így alkalmasabb arra, hogy a tanulókkal megszerettessük a fizikát,
- az életkornak jobban megfelel, mert ezen a szinten kevesebb matematikát és több gyakorlati tevékenységet igényel, mint a mechanika,
- a kémia tanulását jobban segíti, hiszen a 6. tanévben megtanult mechanikai és hőtani ismereteknél nem kell több a 7.-es kémiához, de az elektromosságtani ismeretek nem elengedőek számukra,
- így nem vágjuk szét a mechanikát a 8. tanévben tanított elektromossággal.

A 7. tanévben tehát csak a két – eddig 7.-ben és 8.-ban tanított – elektromosságtani fejezetet tanítjuk. Mint látható, ebben a tanév-

ben is jelentősen csökkent a tananyag mennyisége, hiszen az „Egyensúly folyadékokban és gázokban” valamint az „Egyszerű gépek” helyére csak az „Indukció és gyakorlati alkalmazása” című rész került.

A **8. tanév** feladata a haladó mozgás (kinematika, dinamika) és az energia, energiaváltozások tanítása lesz. Ez a tananyag lényegében a jelenlegi 8. osztályból a „Testek mozgása” című fejezet és a 6. osztályból elhozott hőtan mennyiségi leírását tartalmazza. A csökkentés tehát itt is számottevő, hiszen az indukció és a fénytán helyére csak a hőtan kiegészítése kerül.

A **9. tanévet** a 7. osztályból elhozott „Egyensúly folyadékokban és gázokban” című témával lehet kezdeni. A központi feladata ennek a tanévnek a körmozgás, forgómozgás; a rezgések és hullámok, valamint a fénytán – 15 éveseknek megfelelő szintű – tanítása.

A **10. tanév** fizikáját az életünk és a modern fizika kapcsolatáról folytatott „beszélgetésként” jellemezhetjük legjobban. Mivel a tanulók jelentős része ezt követően már nem tanul fizikát, a 10. tanévben kell megismertetni őket minden olyan gondolattal, amelyek segítségével jobban megérthetik napjaink nagy problémáit (energiagazdálkodás, környezetvédelem, a mi világunk kialakulása stb.).

A 10. tanév fizikáját három kb. 18-20 tanórás egységben lehet elképzelni. Az első a részecskesokaságról eddig tanultak összefoglaló rendszerezése és alkalmazása a gáztörvények értelmezésénél. Itt a legfontosabb annak megértése, hogy a „sokaság” más minőségű, mint az „egyed”. A sok véletlenszerű létrehozása a szükségességű a természetben.

A második rész az anyag szerkezetéről bármely tantárgyban tanultak összefoglalása és kiegészítése lehet. Itt kerül sorra az atommagok természetes és mesterséges átalakulásának és az ezzel járó energiaváltozások következményeinek leíró jellegű bemutatása. Ez a gondolat sor vezet át a „mi világunk” kialakulásához és fejlődéséhez.

A harmadik rész az 5 tanév alatt kialakult fizikai világkép, gondolkodásmód ismétléssel, rendszerezéssel történő megerősítése, felkészítése az alapvizsgára.

A leírtak ismeretében újra átnézve a „NAT tartalmi követelmények” fizikára vonatkozó részét, talán jobban felismerhetők a változás jellemzői és a változtatás szándéka.

Papp Györgyné

"Földcsuszamlás nélkül..."

(A szegedi tankönyvcsaládról: Fizika 12, 13, 14 éveseknek)

„Egy írott könyv az kötet, megfagyott statikus szavak kétdimenziós papírtömbje...”

P. W. Atkins [1]

Előzmények (a cím magyarázata)

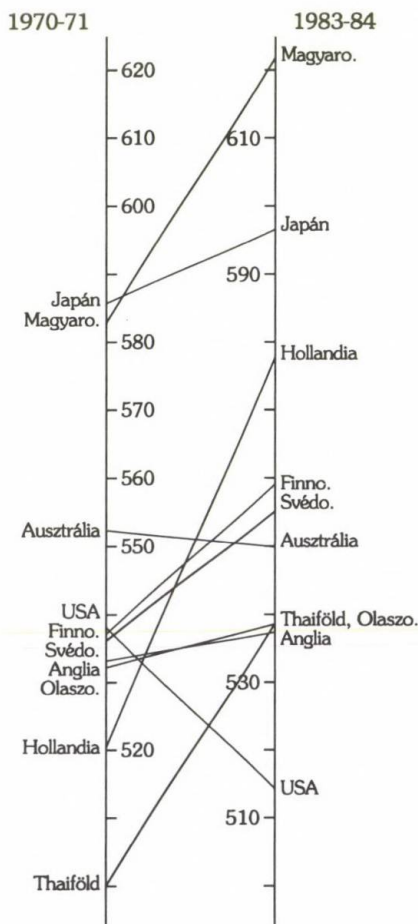
Halász Tibor, az 1978-ban indult általános iskolai fizika tankönyvek szerzője és alkotó szerkesztője az akkori hatodik osztályos tankönyv átdolgozott kiadásakor ezzel a kifejezéssel nyugtatta meg az általános iskolai fizika tanárokat: nem kell „földcsuszamlástól” félni, a tartalom, a módszer lényegesen nem változott, a kollégák eddigi tapasztalatok birtokában dolgozhatnak tovább, használhatják a tankönyvek átdolgozott változatát [2].

Hasonló benyomása van az olvasónak az új tankönyvcsalád, a Fizika 12, 13, 14 éveseknek sorozattal való első ismerkedéskor. Hogy lényeges tartalmi változások nem történtek, azon nem csodálkozhatunk, hiszen ugyanahhoz, az 1978 óta érvényben lévő tantervhez íródtak ezek a tankönyvek is [3].

A tanterv, a tankönyvek változatlanágát nem kényelmi szempontok indokolták. Az 1978-as általános iskolai tanterv, a hozzá kapcsolódó tankönyvek adták az alapját annak a tanulói tudásszintmérés eredménynek, amelyet az IEA (Tanulmányi Eredmények Értékelésére alakult Nemzetközi Szövetség), az UNESCO társintézménye végzett 1983-ban 24 országban közel 250 ezer tanulóval 10, 14, 18 éves korosztályban. A magyar 14 évesek természettudományos tudásuk alapján *első helyen végeztek*, megelőzve pl. Japánt, Angliát. Teljesítményüket, amelyet a tanterv mellett az akkor érvényben lévő tankönyvek, és természetesen a fizika tanárok döntően befolyásoltak, két példa illusztrálja: az 1. ábrán több ország

eredményességének változását követhetjük nyomon 1970 és 1983 között [4].

Az I. táblázat a fölmérésben résztvevett országok eredmény szerinti csoportosítását mutatja (vízszintes sorok), a teszteken elért átlag eredményük (1. oszlop), fizikában elért ered-



1. ábra

14 évesek természettudományos eredményességének változása 1970-1983 között

ményük (2. oszlop) és az ismeretelsajátítás szintjei szerint mutatott teljesítményük (3-5. oszlop) alapján [4].

A felmérés eredményei alátámasztják, hogy a tankönyvszerzők *helyesen tették*, hogy az új tankönyv-családban nem változtattak az alapelveken, a logikai renden, a bevált szemléleten, vagyis megőrizték a korábbiak értékeit [3].

A tankönyvnek, amely elsősorban a tanuló számára készül, sokféle – néha egymásnak ellentmondó – igényt kell kielégítenie, sokféle követelménynek kell megfelelnie. A továbbiakban, nem vállalkozva komplex elemzésre, kísérletet teszünk tankönyv-család jellegzetességeinek bemutatására.

A felmérésben résztvevő országok csoportosítása a 14 évesek eredménye alapján

A teljesítmény	Természettudományos teszt	Fizika teszt	Az ismeretelsajátítás szintjei szerint		
			Ismeret	Megértés	Alkalmazás
több, mint 65 %	HUN, JAP	CAN, HUN, JAP	HUN	CAN, HUN, JAP, NET	HUN, JAP
60-65 %	CAN, CHN, FIN, KOR, NET, SW	AUS, CAN, FIN, IT, KOR, NOR, SW	CAN, NET, NOR	CAN, FIN, IT, KOR, POL, SW, THA	CAN, FIN, IT, KOR, NET, SW
55-59 %	AUS, ENG, HKO, ISR, IT, NOR, POL, SIN, THA	ENG, HKO, ISR, POL, SIN, HTA	AUS, CHN, FIN, ISR, IT, JAP, KOR, SIN, SW, POL	AUS, ENG, AKO, ISR, NOR, SIN	AUS, CHN, ENG, HKO, ISR, NOR, POL, THA
50-54 %			ENG, HKO, THA		SIN
kevesebb, mint 50 %	GHA, NIG, PHI, ZIM	GHA, NIG, PAI, ZIM	NIG, ZIM, GHA, PHI	GHA, NIG, PHI, ZIM	GHA, NIG, PHI, ZIM

I. táblázat

AUS - Ausztrália; CAN - Kanada; CHN - Kína; ENG - Anglia; FIN - Finnország; GHA - Ghana; HKO - Hong Kong; HUN - Magyarország; IT - Olaszország; KOR - Korea, NET - Hollandia; NIG - Nigéria; NOR - Norvégia; PHI - Fülöp-szigetek; POL - Lengyelország; SIN - Singapur; SW - Svédország; THA - Thaiföld; ZM - Zimbabwe

Tartalmi kérdések, a tananyag kognitív területei

A tananyag tankönyvi feldolgozása – az előzmények és az életkori sajátosságok figyelembevételével – nem követi a fizika klasszikusnak mondható felosztását (mechanika, hőtan, elektromosság, mágnesség, fénytán, atomfizika). Helyette rendező elvként a *fogalomorientált tananyagfeldolgozást* választja. Ennek megfelelően egy olyan fogalmi háló jött létre, amely egyrészt biztosítja az ismeretek fogalmi struktúrákba szerveződését, másrészt határozottan *kiemeli azokat az alapismereteket*, amelyek a korszerű természettudományban való tájékozódáshoz elengedhetetlenül szükségesek az adott szinten. (Ezért is

találó a 12 éveseknek szánt tankönyv alcíme: Fizikai alapismeretek a természettudományok tanuláshoz).

A fogalmak hajlékonyságát, folyamatos „érelését” ez a tankönyvi feldolgozás is tudatosan alkalmazza. Példaként a mozgási energiát emeljük ki, amely a mechanikai kölcsönhatások differenciált vizsgálata során fejlődik az egyszerű kvalitatív megállapításoktól (Fizika 12 éveseknek 1.2.) a kvantitatív, paraméterekkel történő megfogalmazásáig. (Fizika 14 éveseknek 4.4.)

A tankönyv-sorozatban a szakfogalmak meghatározásai precízek, a szerzők szándékát végig a pontosságra törekvés jellemzi. A fogalmak kialakításánál tudatosan támaszkodnak a tanulók „prefizikai” ismereteire, élményeire,

azokat folyamatosan építik be az új ismeretek közé (hőmérséklet, sebesség, energia, stb.). Egy fejezeten belül *következetes logikai sorrendet* találunk a mindennapi gyakorlatból kiindulva, ahol lehet problémafölvetéssel indítva. Ezt követi a jelenség (kísérlet) leírása, a fogalmi viszonyok elemzése, általánosítás, indokolt esetben törvény megfogalmazás. Ez a logikai út az értelmi műveletek széles skálájának aktivizálását követeli meg az életkornak megfelelő szinten és mértékben.

„Egy kép több ezer szónál” ezt a megállapítást a szerzők döntően kihasználták a vizuális ismerethordozók alkalmazásával – a terjedelmi és anyagi lehetőségek korlátai között. A figurális ábrák, ikonok, sémák stb. szervesen kapcsolódnak a fogalmak kiépüléséhez, a jelenségek megértéséhez, kihasználva hangulati, érzelmi hatásukat. A színvonalas képi megjelenítés valóságghű és időszzerű, ennek eredménye, hogy a tankönyvek állják az összehasonlítást a hasonló célkitűzésű, nálunk gazdagabb országok tankönyveivel. Példaként a 3. ábrán egy osztrák tankönyv részletét mutatjuk be a Fizika 12 éveseknek tankönyv részlete mellett.

Itt kell szólni a *fizikai tartalom és a nyelvi kifejezés* kérdéséről. A tanulók anyanyelvi nevelésében ugyan az élő szóé, a pedagógusoké a főszerep, de nem elhanyagolható a tankönyvek pszicho-lingvisztikai hatása. Ez a fizika tankönyv sorozat fegyelmezett szóhasználatával, művészi tömörségű mondatfűzésével bemutatja a szaknyelv jellegzetességeit és a hétköznapi nyelvet is árnyaltabbá, pontosabbá teszi.

Tanulhatóság - tankönyv és tanuló

A tanuló első benyomását a tankönyvvel való találkozáskor a terjedelme és a külleme határozza meg. Később válik kommunikációs modellé, amely hatékony működését a *tagolt szerkezet* és a *vizualitás* döntően befolyásolja. A kétszínű nyomás nemcsak az ábráknál, hanem a

lényeges, megtanulandó részek kiemelésénél is segít a tanulás iránti motiváció, a kedvező attitűdök kialakulásában. A tanulók számára a fizikai ismeretek halmazában való tájékozódást, az elsajátítást segítik a tipografikusan kiemelt fejezetek: Emlékeztető, Emeljük ki a lényeget! Gondolkozz és válaszolj! Figyeld meg!

Az egyes fogalmi egységek címei gyakran kérdések: pl. Van-e súlya a levegőnek? Hogyan melegíti a Nap a Földet? Hogyan nagyít a mikroszkóp? Ez a megoldás nemcsak motivációs hatása miatt fontos, hanem a világ megismerésének módszeréhez (tudniillik kérdezd a természetet!) is szoktatja a tanulókat. Az életkornak megfelelően később szerepük csökken, viszont a fogalmi egységekben található információ sűrűség – érthetően – növekszik. A tanulók minél több oldalú fejlesztését szolgálják a Kísérletezz!, Nézz utána a könyvtárban! felszólítások, amelyekkel a manuális

Milyen a cseppfolyós anyag szerkezete?

A vízgőz lecsapódásakor vízcseppekké áll össze. A vizet is ugyanolyan részecskéik alkotják, mint a vízgőzt.

Ha vizet és alkoholt összekeverünk, akkor együttes térfogatuk kisebb lesz, mint a víz és az alkohol külön mért térfogatának az összege.

Hasonló a helyzet a mál és a bab összekeverésekor is. Az 50 cm³ málból és az 50 cm³ babból kevesebb mint 100 cm³ keverék lesz. A babszemek ugyanis nem töltik ki hézagmentesen az edényt és a mákszemek egy része a babszemek közötti részekben foglal helyet. Így a babbal és a mákkal szemléltetni lehet az alkohol és a víz keverékében a részecskék elhelyezkedését.

Az anyag cseppfolyós halmazállapotban sem folytonosan összefüggő test, hanem kis önálló részecskék sokasága. Ezek a részecskék közel vannak egymáshoz, összeérnek, de üres részek is vannak közöttük.

Ha egy pohárba málnaszörpöt töltünk és fölé óvatosan vizet öntünk, a két folyadék külön rétegben helyezkedik el. A határfelület egy-két nap alatt elmosódik. A két folyadék külső beavatkozás nélkül is elkeveredik.

Ez és sok más tapasztalat is azt igazolja, hogy a folyadékok részecskéi is állandóan mozognak, egymáson elgördülve, rendezetlenül változtatják helyzetüket.

A folyadékrészecskék rendezetlen mozgása miatt az egymással érintkező folyadékok részecskéi külső hatás nélkül is összekeverednek. Ezt a jelenséget diffúzióknak nevezzük.

(A folyadékok részecskéi még mikroszkóppal sem láthatók. A vízben lebegő virágpor, a tej zsírgömböcskái azonban mikroszkóppal jól megfigyelhetők. Ezek állandóan rendezetlen, zög-zugos mozgást végeznek. A látható részecskék mozgását a folyadékrészecskék lökösödése okozza. Ezt a mozgást felfedezőjéről Brown-féle mozgásnak nevezzük.)



tevékenység mellett a többletismeretszerzésre is buzdíthatjuk a tanítványokat. A tankönyvtanuló kapcsolatban ismételtlen kell szólni a könyvek gazdag ábraanyagáról. A humoros figurális ábrák épp úgy, mint a magasszintű gondolkodási műveleteket igénylő grafikon elemzések a fizika tárgy iránti attitűd formálásában meghatározóak.

Taníthatóság - tankönyv és tanár

A tankönyvsorozat maximálisan épít az **önálló tanári munkára**. A tankönyvek és a hozzácsatlakozó **munkafüzetek** széles választékot kínálnak akár a tapasztalatszerzés (kísérletezés) akár az ismeretek alkalmazása (problémamegoldás) fázisában. Így a tanár kiválaszthatja a helyi feltételeknek, specialitásoknak megfelelő legeredményesebb megoldást. Segíti a tanári munkát a sok kidolgozott feladat (Oldjunk meg feladatokat!), a tanulók

logikus gondolkodását fejlesztő problémaelemzés (Figyeld meg! Gondold meg! Számítsd ki!) és a tanulók tudásának ellenőrzését szolgáló kérdésgyűjtemény (Gondolkozz és válaszolj!). A tankönyvek a fizikai alapismereteket tartalmazták, de felkínálják a lehetőséget a választásra (tartalom és módszer), a bővítésre (pl. Olvasmányok), a differenciált tanulói tevékenytetésre.

Ajánlás

Általános iskolában tanító tanárokat kértünk 1994 tavaszán:

Milyen tankönyvet használ a fizika tanításához?

- A) Fizika 6, 7, 8 (Kövesdi, Bor, Halász, ...)
- B) Fizika 6, 7, 8 (Csákányiné, Károlyházi F.)
- C) Fizika 6/1, 2 (Zátanyi, ifj. Zátanyi)
- D) Fizika 12, 13, 14 éveseknek (Bonifertné, Halász, ...)
- E) Egyéb, pl.:

A válaszok százalékos megoszlása: (N = 189)

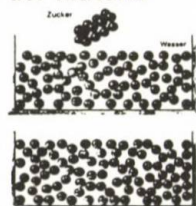
- A) 43 % B) 13 % C) 5 %
- D) 36 % E) 3 %

Úgy gondoljuk, nem rossz helyezés egy 1993-ban indult tankönyvcsalád esetében.

Irodalom

- [1] P. W. Atkins: A tankönyv dimenzióinak kiterjesztése, Fizikai Szemle 1986/1.
- [2] Halász Tibor: „Hatodik átdolgozott kiadás”, A fizika tanítása 1983/4.
- [3] Halász Tibor: Új fizikatankönyvcsalád Szegedről, A fizika tanítása 1993/1.
- [4] T. N. Postlethwaite, D. E. Wiley: The IEA Study of Science II: Science Achievement in Twenty-Three Countries Pergamon Press 1992.

Alle Stoffe bestehen aus Teilchen – Bausteine der Materie



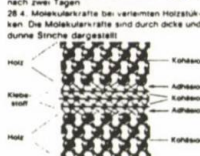
26.1 Beim Auflösen des Zuckers zerfallen die Zuckermoleküle zwischen den Wassermolekülen.



26.2 Brownsche Bewegung: Wassermoleküle bewegen sich gegen ein Teilchen und bewirken seine Bewegung.



26.3 Selbständige Durchmischung von Hämoglobin und Wasser nach einem Tag und nach zwei Tagen.



26.4 Molekülarbeit bei veränderten Zuständen. Die Molekülarbeit wird durch dichte und dünne Schichten dargestellt.

Aufbau der Stoffe

1. Hinweise auf die Zusammensetzung der Stoffe aus Teilchen

Beobachtungen und Erfahrungen:

- Zucker und Kochsalz lösen sich in Wasser vollständig auf. Man kann sie nicht mehr sehen, sondern nur noch schmecken.
- Eine feuchte Schuttlung ist nach kurzer Zeit wieder trocken. Zuerst kann man das Wasser sehen, dann nicht mehr.
- Parfum und andere Geruchsstoffe kann man in der Luft zwar nicht sehen, aber doch riechen.

Diese Beobachtungen kann man erklären, wenn man folgendes annimmt:

Beim Auflösen und beim Verdunsten zerfallen Stoffe in einzelne, unsichtbar kleine Teilchen.

Schon vor mehr als 2000 Jahren vermuteten griechische Denker, daß die Teilbarkeit der Stoffe eine Grenze hat. Sie nannten die kleinsten Teilchen der Stoffe Atome (von griech. „atomos“ = unteilbar). Heute wissen wir, daß es in den Atomen noch kleinere Teilchen gibt.

Einige Beispiele sollen dir die Vielfalt im Aufbau der Stoffe zeigen: Die Edelgase in den Leuchtöhren (z. B. Neon) bestehen aus einzelnen Atomen – im festen gelben Schwefel gibt es Atomgruppen aus je 8 gleichartigen Atomen. Solche abgegrenzte Atomgruppen nennt man Moleküle – Jedes Molekül Wasser besteht aus zwei Atomen Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff – In den glitzernden Brillanten bilden Kohlenstoffatome ein Atom-Raumgitter. Moleküle kann man dabei nicht unterscheiden – In jedem Kochsalzkristall bilden elektrisch geladene Atome Ionen ein Ionen-Raumgitter. Auch im Kochsalzkristall gibt es keine abgegrenzten Moleküle – In Zuckerkristallen bilden Zuckermoleküle ein Molekül-Raumgitter.

Wenn man nicht zwischen Atomen, Molekülen und Raumgittern unterscheiden kann oder will, dann spricht man einfach von Teilchen.

2. Eigenschaften der kleinsten Stoffteilchen

a) Aufgelösten Zucker kann man auch mit dem besten Mikroskop nicht sehen.

Moleküle sind sehr klein. Der Durchmesser eines Moleküls beträgt etwa 10^{-10} m.

Ein Beispiel läßt uns die Kleinheit der Moleküle erfahren: Würde man 1 g Wasser über die gesamte Erdoberfläche gleichmäßig verteilen, so entfielen auf einen Quadratkilometer noch immer 60 Moleküle.

b) Parfümteilchen können auch aus größerer Entfernung in unsere Nase kommen.

Mögliche Erklärung: Die Moleküle bewegen sich. Der englische Botaniker Robert Brown betrachtete Blütenstaub in einem Wassertropfen unter dem Mikroskop. Dabei stellte er eine regellose, zitternde Fortbewegung der Staubteilchen fest. Er erklärte sich das so: Die Staubteilchen werden von den unsichtbaren und viel kleineren Wasserteilchen gestoßen, die von sich aus in ständiger regelloser Bewegung sind (= Brownsche Teilchenbewegung).

• Versuch 1: Betrachte ein Tropfenchen Milch in einem Mikroskop bei 400facher Vergrößerung. Viele Fettteilchen – zittern.

Dr. Miskolczi Józsefné

Munkáltatás munkatankönyv nélkül

Bármilyen fizika tankönyvből tanítunk, nem vitatható a tanári és a tanulói kísérletek fontossága. Heti két fizika órában több, másfél órában kevesebb idő jut a kísérletekre. Semmilyen körülmények között sem mondhatunk le azonban a tanulókat motiváló, a tananyag megértését segítő, sokszor „meghökkentő” tapasztalatokat nyújtó kísérletekről. „A fizika 12 (13,14) éveseknek” című tankönyvek nem munkatankönyvek. A tankönyvekhez készült munkafüzetekben kevesebb kísérlet van, mint a munkatankönyvekben volt. A munkafüzetek – néhány kísérlettől eltekintve – csak azokat a kísérleteket tartalmazzák, melyeket elengedhetetlenül fontosnak tartottunk egy-egy új fizikai fogalom bevezetésekor, illetve a tanult anyag mélyítéséhez, rögzítéséhez. Ezekhez a kísérletekhez általában feljegyzést is készítenek a tanulók és ez alapján elemzik a tapasztaltakat.

A tankönyvekben – a megtanulandó szöveg bal, ill. jobb oldalán – is található kísérletek rajza, fényképe, sőt a kísérlet előkészítését, a tapasztaltak elemzését segítő összefüggések is. Azok az összefüggések, melyeket fontosnak tartottunk a tananyag megértéséhez, általában betűjellel kerültek leírásra. Elemzésük – adott esetben a táblára vagy transzparensre is felírt színezéssel kiemelt összefüggéssor – jó lehetőséget ad a logikus gondolkodás fejlesztésére. Tapasztalom alapján a tankönyv ezen „sávja” sokat segít a felkészülésben. Azok, akik a munkatankönyvből tanítottak, többségében ismerős kísérletet találnak a tankönyvekben és a munkafüzetekben. A munkatankönyvek és a tankönyvekhez készült kézikönyvek azok számára is segítséget adhatnak a felkészülésben, akik előzőleg nem ezekből a tankönyvekből tanítottak. Ugyanis a „konceptió”, a fogalmak értelmezése, a fogalom kialakításának hogyanja, kísérletek, stb. alapvetően nem változtak.

A következőkben néhány kísérlethez kapcsolódóan szeretném összegezni tapasztalatomat:

- Kísérletek a munkafüzet felhasználásával.
- Kísérletek a munkafüzet és a tankönyv együttes használatával. (Tanári és tanulói kísérlet)

- Kísérletek a tankönyv alapján.
- Kísérletek az összefoglaló órán.
- Gondolkodtatás lehetőségei a kísérlet előkészítésekor és a tapasztaltak elemzésekor. Néhány tapasztalat az adott fogalom tanításával kapcsolatosan. Ezekről az a, b, c, d pontokban folyamatosan tesztek említést.

a) Kísérletek a munkafüzetek felhasználásával

„A sűrűség meghatározása” (6. osztály Munkafüzet 16. oldal 7. pont)

A tanulók saját mérésük alapján megállapítják (7.1.a)) az összefüggést az ugyanolyan anyagból készült tömör test térfogata és tömege között. Ez az ismeret fontos a sűrűség fogalmának kialakításához és a sűrűség következtetéssel történő kiszámításához. A kísérlet után a következőkkel egészíthetjük ki a munkafüzetet:

	Alumínium		
V;	2V;	3V;	
m;	2m;	3m;	
$\frac{m}{V}$	$= \frac{2m}{2V}$	$= \frac{3m}{3V}$	$= \rho$

(A sűrűség fogalmának kialakítása után ki egészíthetjük az összefüggést a 3. és 4. sorral. Értelmezhetjük, hogy miért nem változott a hányados.)

Mérés alapján megállapítják a tanulók (7.1.b)), hogy egyenlő térfogatú testek tömege különböző lehet az anyagi minőségtől függően.

A munkafüzet kiegészítése:

Fa		Alumínium		Vas
V_1	=	V_2	=	V_3
m_1	<	m_2	<	m_3
ρ_1	<	ρ_2	<	ρ_3
$\frac{m_1}{V}$	<	$\frac{m_2}{V}$	<	$\frac{m_3}{V}$

A sűrűség fogalmának kialakítása után ki egészíthetjük az összefüggést a 3. és a 4. sorral. Értelmezhetjük, hogy miért nő a hányados.)

A tanulóknak a sűrűség nehéz ismeretanyag. Segítheti a megértést annak a tudatosítása, hogy: „a sűrűség megadja az 1 cm³ térfogatú anyag tömegét”, vagy, hogy a sűrűség „speciális tömeg”. Hangsúlyozzuk azonban, hogy a sűrűség nem tömeg, csak a sűrűség és az egységnyi térfogatú anyag tömegének mérőszáma egyezik meg.

A 6. osztályos tanulóknak nem könnyű feladat a hányadosról, a törtről, azok változásairól tanultak alkalmazása pl. a sűrűség mértékegységeivel kapcsolatban. Sok tanuló számára még az sem tudatos ismeret, hogy két mennyiség egyenlőségekor a kisebb mértékegységhez tartozik nagyobb mérőszám. Ezért annak beláttatása, hogy

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} > 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{vagy} \quad 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

több oldalú megközelítést igényel. A tankönyvben említetten kívül pl. annak beláttatásával, hogy a víz sűrűsége:

$$\begin{aligned} V_1 &= 1 \text{ cm}^3 \\ m_1 &= 1 \text{ g} \\ V_1 &= 1 \text{ m}^3 = 1\,000\,000 \text{ cm}^3 \\ m_2 &= 1\,000\,000 \text{ g} = 1000 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

nagyobb mérőszám kisebb mértékegység

Általában minden új fizikai mennyiség bevezetése előtt jó átismételni, tudatosítani „az azonos gondolati ritmust”, mely a sűrűségnél is hasznosítható.

Pl.

Erőhatás

Az erőhatások különböző nagyságúak és irányúak lehetnek

Szükséges egy mennyiség bevezetése, mely megadja az erőhatás nagyságát és irányát:

Erő
Tömeg

Tehetetlenség

Különböző nagyságú lehet
Különböző nagyságú lehet

Egységnyi térfogatú

különböző anyagú **testek**
tömege **Sűrűség**

Sűrűség

b) Kísérletek a munkafüzet és a tankönyv együttes használatával

„A munka” (6. osztály Tankönyv 38-39. oldal „betűjeles” része. Munkafüzet 17-18. oldal 8.2.)

Nem a kísérlet elvégzése nehéz a tanulóknak, hanem a következtetés a belsőenergia változásból a munkára.

A kísérlet előkészítéskor és a tapasztaltak elemzéséhez segítséget adhat a tankönyv „betűjeles” része, és a táblára írt összefüggésor:

$$W = \Delta E_b$$

$$\Delta E_b \sim T$$

$$W \sim s(F = \text{áll.})$$

Az adott esetben:

$$\begin{array}{ccc} s_1 < s_2 < s_3 \\ \Delta T_1 < \Delta T_2 < \Delta T_3 \\ \Delta E_{b1} < \Delta E_{b2} < \Delta E_{b3} \\ \hline W_1 < W_2 < W_3 \end{array}$$

$$W \sim s$$

„Vezetékek elektromos ellenállása” (7. osztály Tankönyv 30. oldal Munkafüzet 10-11. oldal)

Az elektromosságtan minden tanítási egysége – az adott is – sok lehetőséget kínál a mennyiségek közötti összefüggések mélyítésére, a logikus gondolkodás fejlesztésére. Pl. a vezetékek ellenállásának hosszúságtól és keresztmetszettől való függésének megállapításához a tanári kísérlet mérése alapján az alábbiak szerint tölthetjük ki a táblázatokat:

4.4.

Hosszúság	Feszültség	Áramerősség	Ellenállás
l	U	I	R
$2l$	U	$\frac{I}{2}$	$2R$
$3l$	U	$\frac{I}{3}$	$3R$

$$I \sim \frac{1}{R} \quad (U = \text{áll.})$$

Keresztmetszet	Feszültség	Áramerősség	Ellenállás
A	U	I	R
$2A$	U	$2I$	$\frac{R}{2}$
$3A$	U	$3I$	$\frac{R}{3}$

$$R \sim \frac{1}{A}$$

A gyengébb képességű tanulónak jó megerősítést jelenthet az ellenállások kiszámítása a mérések alapján. Tapasztalataim szerint azonban a 4.3. és 4.4. táblázat számításain kívül többre nincs idő az órán. A jelzett változtatás a két táblázat kitöltésének vonatkozásában időnyereséget, változatosabb órafelépítést, és természetesen magasabb szintű gondolkodási műveleteket is igényel.

További példa részletezés nélkül a tankönyv és a munkafüzet szoros egységére:

„A nyomás” (7. osztály tankönyv 41-42. oldal bal ill jobb oldali „sáv”. Munkafüzet 12. oldal 5/1.2.3.)

c) Kísérletek a tankönyv alapján

(Tanári és tanulói kísérletek)

„Több fogyasztó együttes ellenállása” (7. osztályos tankönyv 31-32. oldal)

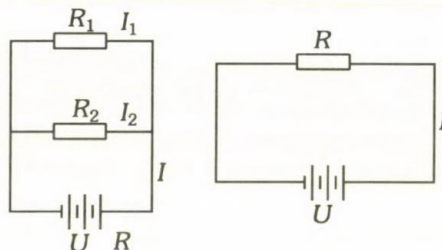
A sorosan és párhuzamosan kapcsolt fogyasztók áramkörében az áramerősség, a feszültség és az együttes ellenállás alakulása a témakör egyik legfontosabb ismerete. Különböző órán mind a soros, mind a párhuzamos kapcsolásnál tanári kísérlet alapján ismételjük át az áramerősségről tanultakat.

Soros kapcsolásnál két mérőműszerrel, párhuzamos kapcsolásnál három mérőműszerrel végezzük el a mérést. Így jó hatásokkal átismételhetjük a már tanult ismeretanyagot. Ezek után növeljük a fogyasztók számát, figyeltessük meg az áramerősség alakulását és elemezzük a tapasztaltakat.

Sorosan és párhuzamosan kapcsolt fogyasztók áramkörében a feszültség alakulását már fizika gyakorlaton megfigyelhették a tanulók, a szöveges megfogalmazás azonban csak most található a tankönyvben. Az összefüggések tanári kísérlettel történő elemzése szintén fontos feladata ennek a két órának. Annak elemzése is hasznos lehet (kísérlet alapján is), hogy a sorosan kapcsolt fogyasztók áramkörében a nagyobb ellenállású fogyasztón nagyobb a mező munkája (a fogyasztón bekövetkező energiaváltozás) és erre a feszült ségből következtethetünk. Párhuzamos kapcsolás esetén a kisebb ellenállású fogyasztón nagyobb a munkavégzés, és erre az áramerősségből, illetőleg az átaramló töltésből következtethetünk. A két kísérlet ki egészítése lehet a tanulók által is elvégzett zseb- és karácsonyfaizzós kísérletsornak (Munkafüzet 8. oldal 3/4., 3/5.).

Az adott tanítási órában teljesen új ismeretanyag az eredő ellenállás fogalmának és kiszámítási módjának megtanítása. Tankönyv 31-32. oldal.

Az eredő ellenállás fogalmának értelmezése előtt hangsúlyozzuk, hogy mit értünk helyettesítő ellenálláson. Könnyíti a megértést, ha kiegészítjük mérési adatokkal a táblára is felrajzolt ábrákat, és ez alapján végzünk számításokat. Pl.: Fogyasztók párhuzamos kapcsolása: Tankönyv 32. oldal két alsó ábra.



$$R_1 = 100 \, \Omega$$

$$R_2 = 200 \, \Omega$$

$$U = 4 \, \text{V}$$

Fontos, hogy 60 Ω -os ellenálláshuzallal valóban helyettesítsük a két párhuzamosan kapcsolt fogyasztót. A 60 Ω -os huzal áramkörében megközelítőleg egyenlő az áramerősség a főágban folyó áram erősségével.

$$(I = 0,06 \, \text{A})$$

A mérési eredmények alapján az eredő ellenállás ki is számítható a $R = \frac{U}{I}$ képlettel, sőt kiegészítő anyagként az $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ képlet alapján is.

Tanulókísérlet a tankönyvi ábrák felhasználásával és kiegészítésével

„Változtatható ellenállások az áramkörben” (7. osztály tankönyv 36. oldal alsó két ábra)

A kísérlet gyors elvégzéséhez szükséges a pontos utasítás. Ezt segítheti, ha a tankönyvi két rajzot a táblára vagy transzparensre is felrajzoljuk. Az első kísérlet elvégztetése előtt ismételjük át az áramerősségekről tanultakat. Hangsúlyozzuk az I és R fordított arányát. (U = állandó). Elemezzük, ha az áramerősség változik, akkor annak mi lehet az oka?

Kiegészítés a tankönyvben: Mozzgasd „C”-t „B” felé!

Tapasztalatok: I

Mi a magyarázata?

Magyarázhatjuk az izzó fényerősségének változását is. (Az áramerősség változik az ellenállások aránya és ezért a feszültségek aránya is. Tehát változik a fogyasztó kivezetésein mérhető feszültség és a fogyasztón áthaladó áram erőssége.)

A második kísérlet előkészítéskor hangsúlyozzuk, hogy most az ellenálláshuzal változtatlanul, vagyis teljes hosszával a zsebtelep áramkörébe van kapcsolva. Csak „C”-t „B” felé mozgatva a feszültségmérőt ágaztatjuk le az ellenálláshuzal különböző hosszúságú darabjairól.

Kiegészítés a tankönyvben:

Mozgasd „C”-t „B” felé!

Tapasztalatok: U

Mi a magyarázata?

Milyen arányosság van a feszültség és az ellenállás között, ha az áramerősség állandó?

Ha van rá idő, a feszültségmérőt cseréltesük ki izzóra, a tapasztaltak elemzésével jól mélyíthetjük a fogyasztók párhuzamos kapcsolásáról tanultak, a „leágaztatás” problémáját.

A következőkben csak felsorolás jelleggel (a teljesség igénye nélkül) a 6. osztály I-II. témaköréből a tanári és tanulói kísérletekhez kapcsolódó ábrák sorszáma. Ha ezektől eltérő kísérleteket végzünk, az ábrák által jelzett kísérletek megbeszélése hasznos lehet gyakorlásként, mélyítésként is.

6/1.3.4	26/2.3
8/1.2.5	28/2.3.4
9/2.3.4	29/2
10/1.2.3	31/1.2
13/2	41/2.3
16/1.2.3.4	44/1
22/1.2	45/1
25/3	

d) Kísérletek összefoglaló órán

Egy témakör összefoglaló órájának megtervezésénél figyelembe kell vennünk az osztály tanulóinak felkészültségét, a témakör közben tapasztaltakat, stb. Azt azonban mindig szem előtt kell tartanunk, hogy a rendszerezés, összefoglalás új szempont szerint történjen. Az összefoglaló óra egyik változata lehet, hogy kísérletekre építjük az anyag rendszerezését. Gondoljunk azonban arra, hogy ne a megsokkolt, a már többször látott kísérletsort mutassuk be, hanem „újszerű” kísérleteket. Pl. 7. osztály az első témakör összefoglalása.

„Az elektromos áram”

1. Kísérlet:

Egy fogyasztó áramkörében áramerősség és feszültség mérése, a mérési eredmények alapján ellenállás számítás.

2. Kísérlet:

Az első fogyasztóhoz sorosan kapcsolunk egy másik fogyasztót. Mérési eredmények alapján számíttassuk a második fogyasztó ellenállását.

Mérjük az áramkörben az áramerősséget és a második fogyasztó kivezetésein a feszültséget.

Vagy mérjük az áramerősséget és a két fogyasztó kivezetésein a feszültséget. Kiszámítjuk az eredő ellenállást és ebből kivonva az első fogyasztó ellenállását, megkapjuk a második fogyasztó ellenállását.

Vagy mérjük a fogyasztó kivezetésein a feszültségeket, és a feszültségek arányából az első fogyasztó ellenállásának ismeretében kiszámítható a második fogyasztó ellenállása.

3. Kísérlet:

A fogyasztót párhuzamosan kapcsoljuk és megfigyeljük a főágban hogyan változott az áramerősség az első kísérletben mért áramerősséghez képest. Kiszámítatjuk az eredő ellenállást a feszültség és a főágban folyó áramerősség mérése alapján. Összehasonlíthatjuk az elektromos mező munkáját a mérési eredmények alapján.

8. osztály, első témakör:

„A testek mozgása”

A sebességgel, a gyorsulással, a lendülettel, a mozgási energiával, a forgómozgással és a súrlódással kapcsolatos ismeretek rendszerezésének egyik módja lehet pl. egy kísérletsor a sínen futó kisautóval.

- A kisautót egyenesvonalú egyenletes mozgással mozgatjuk, mérjük az időt és a megtett utat, számítjuk a sebességet. A kisautó tömegének lemérése után a tömeg és a sebesség ismeretében kiszámíthatjuk az autó lendületét és mozgási energiáját.
- A sín ferde helyzetbe állítása után a lejtőn szabadon leguruló kisautó gyorsulása is megállapítható. A lejtő aljára különböző pillanatnyi sebességgel érkező kisautó lendülete és mozgásenergiája összehasonlítható.

- Mért adatok alapján a kerek fordulat-számának és külső pontjainak kerületi sebességének számítása.
- A tapadási súrlódás, a csúszási súrlódás (a kisautó „lapján” csúsztatva), a gördülési ellenállás elemzése és a súrlódási erők összehasonlítása.
- Minden mozgástípusnál a testre ható erők vizsgálata. Az erőről tanultak rendszerezése a 6. osztályban tanult ismeret és a 8. osztályban kialakított erőfogalom közötti kapcsolat megteremtése.

Befejezésül:

Tudatosítsuk a tanulóknak, hogy a megismerés egyik fontos formája a megfigyelés és a kísérlet. A tapasztaltak tanulók által történő

elemzése egyaránt fontos a tanári és a tanulói kísérletek után. Természetesen a tanulók által megállapítottakat közös munkával pontosítjuk, kiegészítjük.

Az, hogy a tanuló tevékeny részese legyen az ismeretszerzésnek, ez a kísérletek vonatkozásában nemcsak a kísérletek elvégzését jelenti, hanem a tapasztaltak elemzését és indokoltatását is.

Mint minden módszerre, a kísérletezésre és a kísérletezésre is igaz:

„A módszer lényege nem az alkalmazott dolgokban, eszközökben, technikában, hanem a módszerekben életet öltő szellemben rejlik”.

XIX. Országos Általános Iskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiállítás, 1995. június 27-29., Szeged

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Általános Iskolai Szakcsoportja e tanév végén – immár 19. alkalommal – rendezi meg a fizikatanárok országos szakmai konferenciáját Szegeden.

A XIX. Országos Általános Iskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiállítás központi gondolata: a fizika, mint alkalmazott tudomány. Hagyományosan olyan sokrétű rendezvény ez, amelyen a többszáz résztvevő mindegyike talál magának a saját iskolai munkáját segítő ötleteket, információkat.

A 3 napos programban a legilletékesebbek adnak tájékoztatást

- az iskolák mindennapi munkáját 1995. szeptemberétől szakmai szempontból meghatározó Nemzeti Alaptantervről és követelményrendszeréről,
- a fizikai (természeti) törvények és tudományos felismerések konkrét gyakorlati alkalmazásairól és hasznosításukról az egészségügyben, a gazdaságban, a környezetvédelemben, a technológiai fejlesztésekben és természetesen az oktatásban.

Alkalom nyílik a minisztérium képviselőivel, közismert szakemberekkel és tankönyvírókkal való találkozásra, Szeged nevezetességeinek megtekintésére.

Az Ankét ideje alatt a tankönyvkiadók, tanszerkészítő (forgalmazó) cégek is kiállítanak és a helyszínen szakmai anyagok vásárlására is lesz mód.

Jelentkezni lehet 1995. március 15-ig levélben a következő címen:

ELFT 1371 Bp., Pf. 433.










A MOZAIK Oktatási Stúdió

50.000,-Ft

küldődíjat ajánl fel
a XIX. FIZIKATANÁRI ANKÉT
eszközkiállításának.


















dr. Berkes József - Janóczki József - Ősz György - Rónaszéki László - dr. Vida József

Öveges József Általános Iskolai Fizikaverseny 1994

Az 1993/94-es tanévben Tatán, negyedik alkalommal zajlott le az Öveges József Általános Iskolai Fizikaverseny döntője.

Érdemes visszatekinteni a megtett útra. Ismeretes, hogy a döntő előtt kerül sor az iskolai, a területi (a fővárosban kerületi), a megyei (Budapesten fővárosi) erőpróbákra. A feladatokat az iskolákban a tanárok, a területi és a megyei fordulónál a helyi bizottságok, a döntőnél az Országos Versenybizottság tagjai tűzik ki.

A különböző szintű versenyek lebonyolításához adott útmutatást a Művelődési Közlönyben megjelenő, az időpontokat, a szervezéssel kapcsolatos tennivalókat tartalmazó versenyfelhívás. Kiegészítette azt az Országos Versenybizottság elnökének a pedagógiai intézetekhez elküldött levele.

A munka során szerzett tapasztalatokat összegezve elmondható:

- Az iskolai fordulót a szaktanárok jól szervezték meg és bonyolították le. A tanulók felkészítése szintén példamutató, de több figyelmet érdemel a tehetséggondozás miatt fontos létszámnövelés.
- A területi és a megyei döntőket a megyei versenybizottságok által összeállított feladatsorokkal – az egyes területek szokásainak megfelelően – a pedagógiai intézetek szervezték meg. A költségeket általában a pedagógiai intézetek, alapítványok és maguk a tanulót küldő iskolák viselték. Több megyében már az 1993/94. tanévben a központi támogatás hiánya problémát okozott. Feltétlenül szükség van a külső segítségre!

- Az országos döntőn valamennyi megye adott keret szerint képviseltette magát. A közel 60 hazai versenyzőnek és azok meggyéknént egy kísérőjének vendéglátását – útiköltségük kivételével – társadalmi erőforrásokra építve az Országos Versenybizottság fedezte.

A Minisztérium Köznevelési Szakmai Irányítási Főosztálya 150 000 Ft átutalásával segítette, támogatta az Országos Versenybizottság munkáját!

- Második éve érkeztek diákok a határon túlról. (Szegeden és Debrecenben már a megyei szintű versenyen is részt vettek külföldi tanulók.)

Az 1993/94-es tanévben az országos döntőre négyen jöttek Csallóközből (Szlovákia) és hárman Erdélyből (Románia).

A tartalmas és sok más szempontnak is megfelelő országos döntő programjának megvalósítása legalább két és fél napot igényel.

A nagy távolságok miatt az első nap délelőttje – ez mindig péntek – a Tatára történő utazással, délutánja pihentető városnézéssel, kirándulással telik el. A második nap a változatos és sok témakört érintő versenyé, valamint – a zsűri számára – legalább éjfélig tartó értékelése, javítása. Mindehhez egy 21 főből álló, jól összehozott kollektíva egész napos, nagy figyelmet igénylő munkája szükséges. Így elérhető, hogy minden dolgozatot legalább kétszer vesz kézbe a zsűri. A harmadik napon történik az eredményhirdetés. Az országos döntőről kiadvány készül 500 példányban. Benne megtalálható a verseny krónikája, feladatsora, az egyéni eredményeket tartalmazó lista.

Az 1994/95. tanévtől kezdve az ELFT Általános Iskolai Szakcsoportja a verseny szervezőivel egyetértésben, az Öveges József Általános Iskolai Fizikaversenynél megtartja az országos döntő szervezésének és lebonyolításának eddig bevált formáját, módját. A szorító anyagi és időközben felmerült szervezési gondok miatt azonban az alábbi területeken változtatást tervez.

A verseny meghirdetésénél a jövőben a versenyfelhívást több szakmai laphoz juttatjuk el (Művelődési Közlöny, Fizikai Szemle, a Mozaik Kiadó gondozásában megjelenő A fizika tanítása c. módszertani folyóirat, Katedra). Ezen kívül minden tanévben október 30-ig a pedagógiai intézetek figyelmét is célszerű felhívni a meghirdetés tényére, azt kérve, hogy az eddigi gyakorlatuknak megfelelően támogassák, segítsék a verseny 2. és 3. fordulójának lebonyolítását. Külön kérjük, hogy az általános és középiskolai versenyeket szervező intézeti munkatárs egyidejűleg értesítse mindkét intézménytípus fizikatanárait az Öveges József versenyről. A verseny elnevezésének megváltoztatása is segíthet a szervezésben. A nevében szereplő „általános iskolai” rész kihangsúlyozása a középiskolák számára figyelemelterelő lehet. Tehát a módosított névnek mindkét iskolatípus számára útbaigazítónak kell lennie: Öveges József Országos Fizikaverseny a 13-14 éves tanulók részére.

A versenyek lebonyolításánál: csak azok a versenyzők vehetnek részt az országos döntőn, akik az előző fordulókban megszerezték a továbbjutás jogát!

Az első forduló után valamennyi szintű versenyen azonos feladatsort oldanak meg az általános és középiskolai tanulók. Eredményeikről közös lista készül. Az országos döntőre behívható tanulók keretszáma az 1994/95. tanévben nem bővíthető.

Az országos döntő anyagi feltételeinek előteremtésénél: az első négy évben az Országos Versenybizottság – a befolyt támogatások felhasználásával – biztosította valamennyi résztvevő tatai vendéglátásának költségeit. A következő tanévi versenyen a részvételi költséget minden bejutott tanulónak és megynként

(fővárosból) csak egy kísérő tanármak szándékozik biztosítani.

Az 1994/95. tanévben megrendezésre kerülő Öveges József verseny fizikátörténeti kérdései a névadó életrajzának és munkásságának ismeretét feltételezi Kovács Mihály szerző Öveges József c. életrajzi regénye alapján. Kiadó: Országos Pedagógiai Könyvtár és Múzeum Budapest, 1993. (1995-ben emlékezünk meg Öveges József születésének 100. évfordulójáról!)

A verseny krónikája

1994. május 20-án délre az Öveges József Országos Általános Iskolai Fizikaverseny döntőjén összegyűlt a mezőny. Az ebédet követően, a kölcsönös bemutatkozás során üdvözltek a határainkon túlról érkező magyar anyanyelvű versenyzőket.

A délutáni programban Tata nevezetességeinek megtekintése szerepelt. Látták a Zsigmond-kori várat, a Vármúzeumot, az antik szobrok másolatait bemutató gyűjteményt, sétáltak a festői Öreg tó partján és a Esterházyak angolkertjében, meglátogatták az olimpiai edzőtábor. Visszafelé az Öreg tavon kishajó hozta haza a vendégeket.

A városnézést Tölgyesi József és Wind Károly tanárok vezették.

Vacsora után meghallgatták Bánffy György színművész Édes, érdes anyanyelvünk 8 évszázados fejlődése c. közel egy órás csodálatos műsorát. Rácsodálkozhattunk a magyar nyelv szépségére a ma már alig érthető Halotti beszédetől kezdve Balassi Bálint nyelvezetén át Arany, Petőfi és Ady ékes nyelvére, a mai magyar nyelvre.

A „fizikamentes” pénteki nappal a feszültség oldását, a másnapi erőgyűjtést szerettük volna elősegíteni. A takarodó után a kísérők és a vendégek baráti beszélgetésre gyűltek össze az étteremben, ahol alkalom nyílt a kötetlen eszmecsere.

Május 21-én, szombaton reggel az Eötvös József Gimnáziumban, az ünnepélyes megnyitón Ősz György köszöntötte a megjelenteket, majd felolvasta a verseny fővédnökének,

Göncz Árpádnének sorait: „Szeretettel köszöntöm az ifjú fizikusokat és kívánom, hogy jókedvvel, nyugodtan dolgozzanak és olyan eredményt érjenek el, amilyenre felkészültségük alapján számítanak.”

Ezt követően dr. Kálmán Attila, a Művelődési Minisztérium államtitkára beszélt a fizikatudomány és a fizikaversenyek szerepéről, fontosságáról. Megemlítette, hogy Öveges professzor a gimnázium falai között tanított 12 évig. A verseny Kerti Katalinnak, Tata város polgármesterének megnyitó szavaival kezdődött meg.

Dél előtt az „A” és a „B” feladatsort délután a „K”, „T” és „E” feladatokat kellett megoldani (a feladatok ismertetését lásd később).

Ezt követően Tóth András, a tatai Eötvös József Gimnázium igazgatója köszöntötte a versenyzőket, és méltatta Öveges professzor munkásságát. A versenyzők koszorút helyeztek el Öveges József emléktáblájánál.

Vacsora után dr. Károlyházy Frigyesnek, az ELTE professzorának „Meglépő összefüggések” címmel megtartott előadásával bebarangolhatták a fizika fejlődésének történetét Torricellitől Einsteinig.

Nagy sikere volt „Az égbe szállunk” című szabadtéri kísérletsorozatnak, amit dr. Sebestyén Zoltán (Pécs) tanár mutatott be.

Május 22-én (vasárnap) a zsűri tagjai részletekbe menő aprólékosággal ismertették a megoldásokat. Ezután következett az eredményhirdetés. Rónaszéki László, az Országos Versenybizottság elnökének gondolatébresztő szavai után a díjakat dr. Radnai Gyula, zsűrielnök adta át.

Tölgyesi Józsefnek, a tatai Vaszary János Általános Iskola igazgatójának, a verseny helyi rendezőjének szavaival zárult az országos döntő.

A verseny zavartalan lebonyolításában, a feladatok javításában, a javítások ellenőrzésében az alábbi bizottságok, személyek tevékenykedtek:

A zsűri elnöke:

dr. Radnai Gyula egyetemi docens (ELTE, Budapest).

„A” zsűri:

dr. Vida József (Eger), Maknics Gyula (Tata), Wind Károly (Körmény).

„B” zsűri:

dr. Berkes József (Pécs), Adámné Dúcz Vilma (Tata), Mayer József (Dorog).

„C” zsűri:

Janóczki József (Debrecen), Mészáros András (Tata), Muraközy Gáborné (Tatabánya).

Ellenőrök:

Juhász Nándor (Szeged), Borzáné Kiss Aranka (Tiszaföldvár), Sárdi Éva Mária (Dorog).

Versenyzbízottok:

Balászné Naszályi Magdolna (Dunaalmás), Pölte János (Komárom), Rakonczás Mihályné, Prohászka Béláné, Maráz Lászlóné (Tata), Csabai Józsefné (Tatabánya), Szőlősi József (Fonyód).

A javítás utáni gyors számítógépes értékelő munka és feltételének megteremtése Ádám Árpád (Tata) érdeme volt.

Az eredmények összesítése, díjak, jutalmak

Az alábbi táblázat az egyes feladatok megoldásának pontszámait és százalékos kimutatását tartalmazza.

feladat	a. elérhető pontszám	b. átlagpont- szám	b/a · 100 %
A 1	4	1,61	40,3
A 2	4	3,66	91,5
A 3	4	3,25	81,3
A 4	5	3,96	79,2
A 5	9	4,03	44,8
B 1	18	11,52	64,0
B 2	12	7,28	60,7
B 3	18	10,22	56,8
K	16	11,00	68,8
E	17	8,88	52,2
T	16	8,30	51,9
Összesen:	123	73,71	59,9

Első díjat egy, második díjat négy, harmadik díjat nyolc versenyző kapott. A díjak az alábbi pénzjutalmakkal jártak:

I. díj	3500.- Ft
II. díj	2500.- Ft
III. díj	1500.- Ft.

A legsikeresebb külföldi versenyző, Both Roland (Dunaszerdahely), a Vaszary János Iskola ajándékát kapta, egy Tatáról szóló művészi fotóalbumot. A legfiatalabb versenyző, P. Tóth András (Szentendre) 7. osztályos tanuló,

egy jutalomkönyvet, a két legjobban szereplő lány, Ficsor Anita (Kecskemét) és Papp Eszter (Kecskemét), az erdélyi küldöttség által hozott és díjazásra felajánlott emléktárgyat vihettek haza.

Ezen kívül minden versenyző és az őt felkészítő tanár emléklapot kapott. A paksi Atomerőmű Rt. a döntőn legalább 100 pontot elért tanulót és felkészítő tanárát meghívta a Pakson sorra kerülő Fizikatanári Ankétra.

A legjobb eredményt elért versenyzők:

Elért pont	Tanuló neve	Iskola	Tanár neve
108	Ficsor Anita	Kecskeméti Ref. Koll. Gimn.	Sikó Dezső
103	Németh László	Eötvös Loránd Ált. Isk., Balatonfüred	Pinizsiné Pozsgai Katalin
100	Szaniszló György	2. Sz. Ált. Isk., Gyomaendrőd	Cseh Jánosné
98	Gyurkó Martin	Ságvári Endre Gimn., Zalaegerszeg	Rádulyné Horváth Katalin
98	Papp Eszter	Arany János Ált. Isk., Kecskemét	Supka Anna
94	Pogány Ádám	Váci M. Ált. Isk., Nagykáta	Szécsényi Mária
93	Hartmann Miklós	Petőfi S. Evangélikus Gimn., Bonyhád	Hortobágyi János
92	Császár Balázs	Arany J. Ált. Isk., Szentgotthárd	Baranaki Andrásné
92	Szigeti Marcell	Újlaki Ált. Isk., Budapest	Piukovics Antalné
91	Karádi Richárd	Révai Miklós Gimnázium, Győr	Takács István
90	Szabó Szilvia	Eötvös J. Középiskola, Heves	Tófalusi Péter
90	Major Csaba	Általános Iskola, Kiskunlacháza	Csendesné Ferenczi Gyöngyi
90	Ács Attila	Általános Iskola, Farnos	Szabó István

Az alábbiakban ismertetjük azon kollégák névsorát, akiknek tehetséggondozó munkája gyümölcsként az elmúlt 4 év alatt már kétszer került be tanítványuk az országos döntőre.

Baranyi József (Kecskemét), Borsányi Erzsébet (Mernye), Cselyuszká Antalné (Székesfehérvár), Éles Béla (Kisvárd), Gyimesi Éva (Szentendre), Gyalcsos Józsefné (Biharkeresztes), Jankovitsné Máté Emília (Győr), Kotormán Mihály (Debrecen), Lukács Mártonné (Zalaegerszeg), Molnárné Garai Gabriella (Budakeszi), Polyák István (Kazincbarcika), Smidélusz Zsuzsa (Sopron), Takács Lajos (Budapest), Dr. Varga Lászlóné (Budapest),

Vermes Tamásné (Szolnok), Wald Gáspár (Mohács), Zsebők Jánosné (Budapest).

A versenyt támogatták:

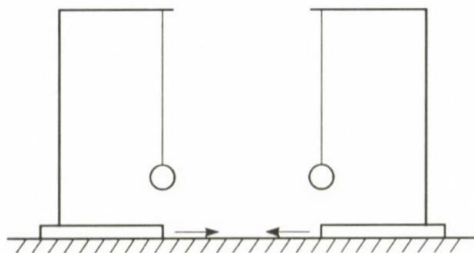
Művelődési és Közoktatási Minisztérium	150 000. Ft
Atomerőmű Rt. Paks	70 000. Ft
OTP és Kereskedelmi Bank Rt.	65 000. Ft
OTP Szerencsijáték Rt.	50 000. Ft
Nyugat-Magyarországi TOK	50 000. Ft
Tata város Önkormányzata	30 000. Ft
Vermes Alapítvány Sopron	15 000. Ft

Dr. Berkes József - Janóczki József - Ósz György - Rónaszéki László - dr. Vida József

Az Öveges József Általános Iskolai Fizika-verseny 1994. évi döntőjének feladatai

„A” feladatsor

1. Két, egymástól különálló állványra szigetelő zsinórral felfüggesztettünk egy-egy könnyű fémgolyót (1. ábra). Az egyikre szőrmevel megdörzsölt ebonit (vagy műanyag) rúdról, a másikra bőrrel megdörzsölt üvegrúdról „viszünk fel” töltéseket. Ezt követően – az állványokat csúsztatva az asztalon – lassan közelítjük egymás felé a két golyót. Mit figyelhatsz meg? Magyarázd meg a lejátszódó jelenséget!



1. ábra

Megoldás:

A két golyó között – ellentétes előjelű töltésük miatt – vonzás lép fel. Közelítve egymás felé a golyókat, a vonzóerő egyre növekszik, majd egy adott távolságnál a golyók egymáshoz lendülnek.

Érintkezéskor töltés kiegyenlítődés lép fel: mindkét golyón ugyanolyan előjelű és ugyanakkora nagyságú töltés lesz. Ekkor a golyók taszítják egymást. A fonalak a függőlegestől eltérve, szöget zárnak be egymással.

Ha a kezdeti feltöltésnél a golyók töltéseinek nagysága megegyezett, akkor a töltés kiegyenlítődés után semleges lesz mindkét go-

lyó (nem lép fel taszítóerő), s a fonalak függőlegesen állnak be.

2. Autópályán 100 km/h sebességgel haladó gépkocsi lakott területre tér le, ahol fele akkora sebességgel folytatja útját. Hány százalékkal csökkent a mozgási energiája?

Megoldás:

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{(50 \text{ km/h})^2}{(100 \text{ km/h})^2} = 0,25,$$

Az autó mozgási energiája a lakott területen az országútinak a 25 %-a. Ebből meghatározható az energiacsökkenés:

$$\Delta E = E_1 - E_2 = E_1 - 0,25 E_1 = 0,75 E_1,$$

azaz 75 %-kal csökkent.

3. Hőszigetelő edényben 0 °C hőmérsékletű jeget 100 °C hőmérsékletű vízzel összekeverünk. Mekkora lehet az összekeverés előtt a jég és a víz tömege, ha az összekeverés után 0 °C hőmérsékletű vizet kapunk?

($L_0 = 340 \text{ kJ/kg}$.)

Megoldás:

$$L_0 m_j = c_v m_v \Delta T,$$

$$\frac{m_j}{m_v} = \frac{c_v \Delta T}{L_0} = \frac{4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 100^\circ\text{C}}{340 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 1,24$$

(kerekített érték).

A jég és a víz tömegének az aránya adható csak meg, így tetszés szerinti tömegű jéghez kiszámítható a szükséges víz tömege.

4. Két ugyanolyan izzólámpát kapcsoltunk párhuzamosan egy 3 V feszültségű áramforrásra. Mekkora feszültségű áramforrást választunk, hogy az izzók soros kapcsolása esetén is ugyanakkora legyen az áram erőssége, mint amekkora az előző kapcsolásnál a főágban volt? (Az izzók ellenállását tekintjük állandónak!)

Megoldás: (2. ábra)

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{3 \text{ V}}{0,5 \cdot R}, \quad I_2 = \frac{U_2}{2 \cdot R}.$$

Mivel

$$I_1 = I_2,$$

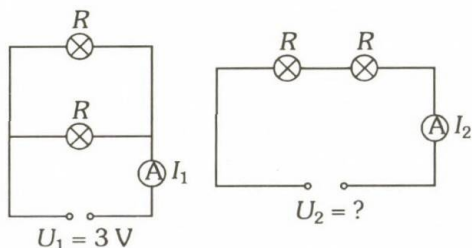
így

$$\frac{3 \text{ V}}{0,5 \cdot R} = \frac{U_2}{2 \cdot R}.$$

Tehát

$$U_2 = 12 \text{ V}.$$

(Az izzóknak ki kell bírniuk 6 V feszültséget.)



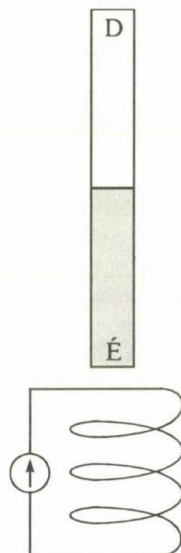
2. ábra

5. Egy tekercset egy középállású mérőműszerrel kapcsoltunk össze és egy rúd-mágneset helyeztünk el a tekercs felett (3. ábra). Ha a mágneset elengedjük, az függőlegesen átesik a tekercsen.

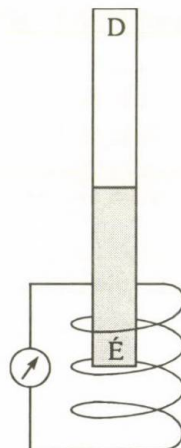
Elemezd a jelenséget elektromos, mágneses és mechanikai szempontból! (Mikor és hogyan tér ki a mérőműszer mutatója, milyen mágneses pólusai lesznek ekkor a tekercsnek, milyen mozgást végez a mágnesrúd?)

Megoldás:

Bontsuk fel a mágnesrúd tekercsen való átérését négy szakaszra!



3. ábra



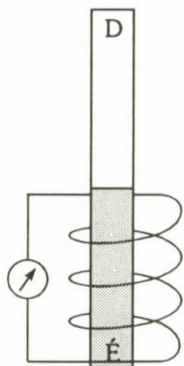
4. ábra

1. szakasz

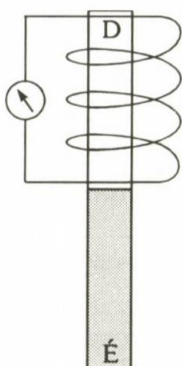
A mágnes északi pólusa eléri a tekercs felső végét és halad befelé a tekercsbe (4. ábra). A tekercsben indukált áram jön létre, így a műszer mutatója kilenődül az egyik irányba (pl. jobbra). A tekercs felső vége Lenz törvénye értelmében északi pólusú lesz (az indukált áram olyan irányú, hogy hatásával akadályozza az őt létrehozó mozgást, változást).

2. szakasz

A mágnes északi pólusa kifelé halad a tekercsből (5. ábra). Az indukált áram iránya most is olyan, hogy mágneses hatásával a mágnesrúd mozgását fékezi, ezért a tekercs alsó vége déli pólusú lesz, a felső vége pedig északi, ugyanúgy, mint az első szakaszban. A mérőműszer mutatója tehát marad jobboldali kitérésben.



5. ábra



6. ábra

3-4. szakasz

A mágnesrúd déli pólusa kezd befele esni a tekercsbe, majd elhagyja azt (6. ábra). A magyarázat hasonló a fent leírtakkal. Most a mágnesrúd déli pólusának a tekercsbe való befelé mozgásakor a tekercs felső vége déli, kifelé mozgásakor megintcsak déli pólusú lesz. Az indukált áram iránya tehát ellentétes az 1. és 2. szakasz áramirányához képest, így a műszer mutatója a harmadik és negyedik szakaszban balra fog kitérni. A műszer mutatójának kilendülése nagyobb lesz, mint az első két szakaszban, mert a mágnes nagyobb sebessége miatt az indukált áram erőssége is nagyobb.

A tekercs pólusai a mágnes esése közben mindig olyanok, hogy az esési iránnyal ellentétes irányú fékező erőt fejtenek ki a mágnesrúdra. Bár szabad szemmel nem állapítható meg, de a mágnesrúd mozgása emiatt eltér a szabadeséstől.

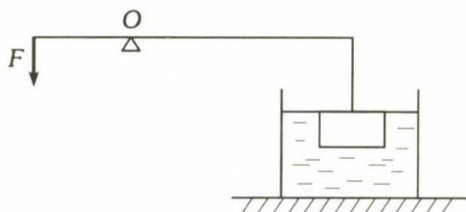
„B 1” feladat

Egy súlytalannak tekinthető rudat hosszának harmadában támasztunk alá. A rúd hosszabbik darabjának végén, egy fonálon, tömör alumíniumhasáb függ, mely teljesen vízbe merül (lásd a 7. ábrát). A hasáb alaplappja 50 cm^2 , térfogata 200 cm^3 . Az alumínium sűrűsége 2700 kg/m^3 , a vízé 1000 kg/m^3 .

a) Mekkora F erő szükséges ebben az esetben az alumíniumhasáb egyensúlyban tartásához?

b) Írd fel és ábrázold az alumíniumhasáb vízből való teljes kiemeléséhez szükséges F erőt a hasáb vízbe merülő hosszának függvényében!

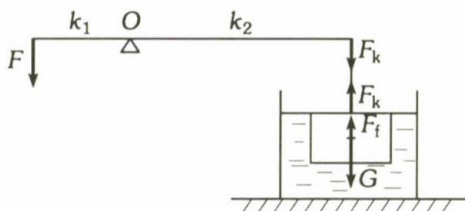
c) Határozd meg a hasáb teljes kiemeléséhez szükséges munkát! (A hasáb kiemelése során a vízszint nem változik számottevően.)



7. ábra

Megoldás:

a) (8. ábra)



8. ábra

Az alumíniumhasáb a fonalat F_k erővel feszíti, ahol

$$\begin{aligned} F_k &= G - F_f, \\ G &= \rho_{\text{al}} \cdot V \cdot 10 \text{ N/kg} = 5,4 \text{ N}, \\ F_f &= \rho_{\text{víz}} \cdot V \cdot 10 \text{ N/kg} = \underline{2 \text{ N}}, \end{aligned}$$

így

$$F_k = \underline{3,4 \text{ N}}.$$

A forgatónyomatékok egyenlősége folytán:

$$F = 2F_k = \underline{6,8 \text{ N}}.$$

- b) A hasáb vízbe merülő hosszát jelöljük x -szel.

A hasáb a fonalat most a vízbermerülés mélységétől függően feszíti, ezt az erőt jelölje F_k' , ahol

$$F_k' = G - F_f',$$

(F_f' a változó felhajtóerő).

$$\begin{aligned} F_f' &= \rho_{\text{víz}} \cdot V_x \cdot 10 \text{ N/kg} = \\ &= \rho_{\text{víz}} \cdot A \cdot x \cdot 10 \text{ N/kg} = 50x \text{ N/kg}. \end{aligned}$$

A rúd elfordulása nem változtatja meg az erők karjainak arányát, így

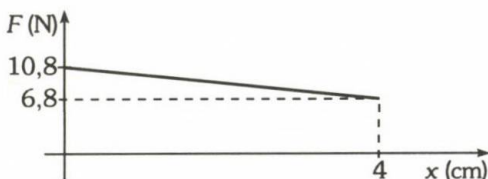
$$F = 2 F_k' = 10,8 \text{ N} - 100x \text{ N/kg}.$$

A hasáb magasságát kiszámítva ($h = 4 \text{ cm}$), F mindenkori értéke is meghatározható. A két szélső helyzetre:

ha $x = 0$, akkor $F = 10,8 \text{ N}$,

ha $x = h = 0,04 \text{ m}$, akkor $F = 6,8 \text{ N}$.

Ábrázolva (9. ábra):



9. ábra

- c) Az átlagerő munkája:

$$\begin{aligned} W &= F_{\text{átl.}} \cdot h' = \frac{6,8 \text{ N} + 10,8 \text{ N}}{2} \cdot 0,02 \text{ m} = \\ &= 0,176 \text{ J}, \end{aligned}$$

ahol $h' = h/2$, mivel az erő oldali elmozdulás fele a hasáb elmozdulásának.

„B 2” feladat

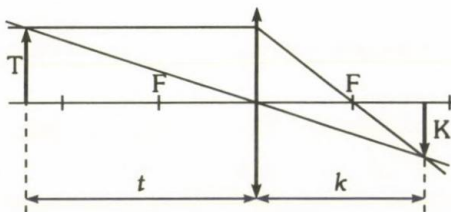
Egy domború lencsétől 30 cm távolságra elhelyezett 12 cm magas ceruzáról a kép a másik oldalon, a lencsétől 20 cm távolságra keletkezik.

- a) Rajzolj ábrát a képalkotásról!

- b) Az ábrát is felhasználva számítással határozd meg a keletkezett kép nagyságát!
c) Mekkora a lencse fókusz távolsága?

Megoldás:

- a) (10. ábra)



10. ábra

- b) A kép nagyságának meghatározása:
 $t > k \rightarrow$ az összeállítás fényképezőgépként működik.

A háromszögek hasonlósága folytán

$$\frac{T}{t} = \frac{K}{k},$$

ahonnan

$$K = 8 \text{ cm}.$$

- c) A fókusz távolság meghatározásánál is a háromszögek hasonlóságát használjuk fel:

$$\frac{T}{f} = \frac{K}{k - f},$$

ahonnan

$$f = 12 \text{ cm}.$$

„B 3” feladat

Van négy darab 110 V feszültségre készült és 40 W teljesítményű izzólámpa.

- a) Hányféle módon kapcsolhatjuk rá a négy izzót a 220 V feszültségű hálózatra azok károsodása nélkül úgy, hogy mindegyiken folyjon áram? Melyek azok a kapcsolások, amelyekben az izzók üzemszerűen működnek?

- b) Mekkora az egyes kapcsolások eredő ellenállása?

c) Mekkora a különböző kapcsolásokban az izzólámpák összes teljesítménye?

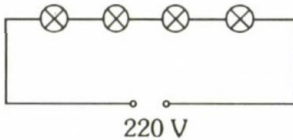
d) Mekkora lenne a különböző kapcsolásokban az izzólámpák összes teljesítménye, ha 220 V feszültség helyett 110 V-ra kapcsolnánk azokat?

(A feladat során az izzólámpák ellenállását tekintjük állandónak!)

Megoldás:

a) 1. sz. kapcsolás (11. ábra)

Egy-egy izzóra 55-55 V feszültség esik.

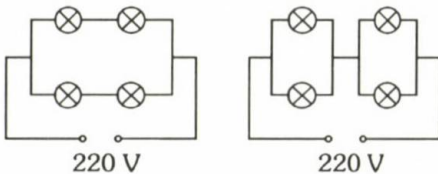


11. ábra

2. sz. kapcsolás (12. ábra)

(A két megoldás egyenértékű.)

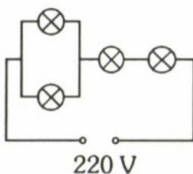
Egy-egy izzóra 110-110 V feszültség esik.



12. ábra

3. sz. kapcsolás (13. ábra)

A párhuzamosan kapcsolt izzókra 44-44 V feszültség, a sorosan kapcsolt izzókra 88-88 V feszültség esik.



13. ábra

b) Egy izzó ellenállásának kiszámítása:

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{(110 \text{ V})^2}{40 \text{ W}} = 302,5 \Omega.$$

A különböző kapcsolások eredő ellenállásának kiszámítása:

1. sz. kapcsolás: $R_e = 4R = 1210 \Omega.$

2. sz. kapcsolás: $R_e = \frac{2R}{2} = R = 302,5 \Omega.$

3. sz. kapcsolás: $R_e = \frac{R}{2} + 2R = 2,5R = 756,25 \Omega.$

c)

1. sz. kapcsolás: $P_\delta = \frac{U^2}{R_e} = \frac{(220 \text{ V})^2}{1210 \Omega} = 40 \text{ W}.$

2. sz. kapcsolás: $P_\delta = 160 \text{ W}.$

3. sz. kapcsolás: $P_\delta = 64 \text{ W}.$

d)

Hasonlóan a c) pontbeli számításokhoz az

1. sz. kapcsolásnál $P_\delta = 10 \text{ W},$

2. sz. kapcsolásnál $P_\delta = 40 \text{ W},$

3. sz. kapcsolásnál $P_\delta = 16 \text{ W}$

teljesítmény adódik.

Teljes értékű megoldásként fogadtuk el azt is, ha a versenyző azt írta, hogy a c) ponthoz képest a teljesítmények negyedére csökkennek.

„K” (kísérleti-mérő) feladat

Rendelkezésedre áll két különböző értékű ellenállás, két elektromos mérőműszer, egy zseblep és vezetékek.

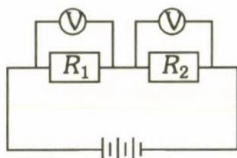
Igazold, hogy a két fogyasztó soros illetve párhuzamos kapcsolása esetén fennállnak az alábbi úgynevezett *feszültségosztó* illetve *áramosztó* képlet szerinti összefüggések:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{U_1}{U_2}, \text{ és } \frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_1}.$$

Készíts kapcsolási rajzot és a mérési adatokat foglald táblázatba!

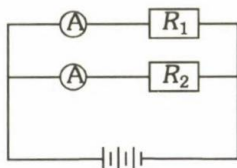
Megoldás:

1. A feszültségosztó képlet fennállásának vizsgálatához a következő kapcsolást kellett összeállítani (14. ábra):



14. ábra

2. Az áramosztó képlet fennállásának vizsgálatához az alábbi kapcsolást kellett összeállítani (15. ábra):



15. ábra

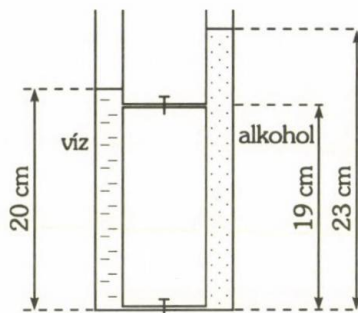
„E” (elemző) feladat

Az ábrának megfelelő összeállítást (16. ábra) láthatták a versenyzők, amelyben két egyenlő keresztmetszetű üvegedényt két vékony cső köt össze. Az összekötő csöveken egy-egy csap van zárt állapotban.

A bal oldali edénybe vizet, a jobb oldaliba alkoholt öntöttünk az ábrán megjelölt magasságokig. (A víz sűrűsége 1 g/cm^3 , az alkoholé $0,8 \text{ g/cm}^3$.)

- Milyen irányban indul meg az áramlás az összekötő csövön, ha csak a felső, vagy ha csak az alsó csapot nyitjuk meg? Számítással is indokold válaszaidat!
- Mindkét csapot nyitva hagyva, a két folyadék teljes összekeverése után milyen magasan állnak majd a folyadékszintek az egyes edényekben?
- Hogyan rendeződne el a két folyadék és milyen magasan állnának a folyadékszintek?

tek mindkét csap kinyitása után, ha a víz az alkohollal nem keveredne össze?



16. ábra

Megoldás:

- a) Ha csak a felső csapot nyitjuk meg, akkor az összekötő cső vízszintes síkja felett a bal oldali edényben 1 cm-es vízoszlop, a jobb oldaliban 4 cm-es alkoholoszlop nyomáskülönbségéből adódóan az alkohol kezd el áramlani a víz felé.

$$p_v = h_v \cdot \rho_v \cdot 10 \text{ N/kg} = 100 \text{ Pa},$$

$$p_a = h_a \cdot \rho_a \cdot 10 \text{ N/kg} = 320 \text{ Pa},$$

$$p_v < p_a.$$

Ha az alsó csapot nyitjuk meg, akkor az alsó csap síkja feletti 20 cm-es vízoszlop nyomása lesz a nagyobb a 23 cm magas alkoholoszlop nyomásával szemben, így a víz áramlik az alkohol felé:

$$p_v = 2000 \text{ Pa}, \quad p_a = 1840 \text{ Pa},$$

$$p_v > p_a.$$

- b) A két üvegedényben a folyadékszintek ugyanabban a magasságban, de 21,5 cm-nél alacsonyabban fognak állni (kb. 21,3 cm magasan). A víz és az alkohol összekeveredés utáni közös térfogata kisebb lesz a külön-külön vett térfogatok összegénél. Ez akkor lehetséges, ha sem az alkohol, sem a víz nem tölti ki hézagmentesen az edényt (kis részecskék sokaságából állnak) és részecskéik különböző méretűek. A nagyobb alkoholrészecskék közé összekeveréskor vízrészecskék kerülnek.

- c) A folyadékok elrendeződése az a) pontban leírtaknak megfelelően indul el: a felső csővön az alkohol a víz felé, az alsó csővön pedig a víz az alkohol felé.

Az áramlás addig tart, amíg a víz is és az alkohol is elfeleződik a két edényben úgy, hogy *alul a víz, felül az alkohol helyezkedik el*. A víz 10-10 cm magas szinten, az alkohol a víz szintje felett 11,5-11,5 cm magasságban áll.

„T” (fizikatörténeti) feladat

Az ajánlott olvasmány Horváth Árpád: *A megkésett világhír* című könyve volt. A teszt kérdései tehát Jedlik Ányoshoz kapcsolódtak.

- Olvashattatok, hogy egyik fiatalkori óráján Torricelli híres kísérletét is elvégezte, cáfolva hallgatói előtt a hírhedt „*horror vacui*” elméletet. Mi volt az elmélet lényege?
- Bencés rendtársainak – mintegy kedvtelésből – *szódavizet* készített. Milyen alapanyagot használt?
- Győri tanársága idején készítette el a *forgonyát*. Az összeállított szerkezetben először készített forgó mozgásra az elektromos áram egy szerkezetet. Éppen órára indulva kapcsolta be a készüléket, s az az óra végéig forgott, lassan veszítve sebességéből. Melyik naptári évet írták ekkor? Miért állt meg a szerkezet?
- Jedlik Ányos kísérletezése során az *izzólámpa* gyakorlati megvalósulását illetően borúlátó volt. Miért?
- Jedlik az 1841-ben alapított *Természettudományi Társulat*nak első tagja volt. (Ez a mai TIT őse.) Ki alapította a társulatot és mi volt a foglalkozása?
- Jedlik a magyar *nyelvújítás* korában élt. Aktívan részt vett benne, több ma használatos szó az ő alkotása. Közülük sok meghonosodott, sok pedig nem. Vajon mi a mostani megfelelője az alábbi szavaknak: *ferdény, röppentyű, vilany, irla*?
- Jókai Mór valamint Jedlik Ányos Komárom vármegye szülöttei. Ismerhették egymást. Mi volt Jedlik *véleménye* Jókairól, és Jókainak Jedlikről?

- Jedlik Ányos István 1895-ben halt meg. Győri temetésén ki mondott *gyászbeszédet*? Sírkövére kedvelt mondását is rávésték. Hogy szól ez?

Megoldás:

„Horror vacui” elmélet

A természet fél az ürességtől; azaz ha a csőből (a kút csövéből) kiszivattyúzzuk a levegőt, a víz utána megy, hogy betöltse az űrt. (A víz elméletileg is alig több mint 10 méter magasra képes felmenni. Galilei kritikus megjegyzése szerint a természet csak eddig a magasságig fél az űrtől.)

Szikvíz

Az általa tervezett újdonsült készülékbe a kőfaragóktól beszerzett mészkövet (carrarai márványszilánkokat) rakott, majd híg sósavat öntött rá. Az itt előálló szén-dioxidot hideg vízbe vezette, s a gázzal telítődő víz lett a „bőkősvíz”.

Forgony

Ekkor 1830-at mutatott a naptár. A battéria galvánelemei a bennük végbement kémiai folyamatok következeként elgyengültek (kimerült a telep).

Izzólámpa

Abban az időben még elképzelhetetlennek tartotta a (laboratóriumban összeállított) erős telepek beszerzését, a háziasszonyok megfelelő hozzáállását (működtetni kell a légszivattyút és fizikus adottságok kellenek az összeszereléshez).

Természettudományi Társulat

Alapítója Bugát Pál orvosprofesszor volt.

Nyelvújítás

Ferdény: trapéz; röppentyű: rakéta; vilany: foszfor; irla: grafit.

Jedlik és Jókai

Jedliknek Jókairól: „Nem komoly ember”. Jókainak Jedlikről: „Sótlan ember”.

Jedlik temetése

Búcsúbeszédet Eötvös Loránd mondott.

Kedvelt mondása:

„Az igazak örökké élnek.”

Dr. Molnár Miklós

Az OKTV fizika I. kategória III., kísérleti fordulójának feladatai és megoldásai (V. rész)

Az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny (OKTV) harmadik, kísérleti fordulóját az I. kategóriában induló, tehát a III. és a IV. osztályos szakközépiskolai tanulók számára 1991-től Szege-
den rendezzük meg. Az idei, **1994-es** versenynek 1994. április 30-án a József Attila Tudományegyetem Fizikus Tanszékcsoportja (az Elméleti Fizikai, a Kísérleti Fizikai, valamint az Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék) adott otthont. A döntő fordulóba a Versenybizottság döntése alapján, a második fordulóban nyújtott teljesítmény sorrendje szerint, 16 szakközépiskolai tanuló került behívásra. A kétszer 120 perces verseny során a tanulóknak egy optikai és egy, az elektromosság témakörébe tartozó feladatot kellett megoldaniuk. Jelen közleményünkben az 1. feladatlapot, a kitűzött feladatokat és azok megoldását, valamint a döntő eredményét ismertetjük.

A feladatlap szövege az alábbi volt:

1. Feladatlap

1.1. Általános tudnivalók

Munkahelyén egy ún. fekete dobozt talál. A dobozban csak ellenállások találhatók valamilyen kapcsolatban, amelyek egymással és a doboz fedőlapjára szerelt banánhüvelyekkel vannak (lehetnek) fémes összeköttetésben. Méréseihez a következő eszközök állnak rendelkezésére:

- | | |
|---|------|
| a) fekete doboz öt (A, B, C, D és E jelű) kivezetéssel | 1 db |
| b) zseblámpaelem elemtartóval | 1 db |
| c) árammérő műszer (mérésátára, belső ellenállása ismeretlen) | 1 db |
| d) dekádellenállás | 1 db |
| e) vezeték, végein banándugóval | 5 db |
| f) krokodilcsipesz | 2 db |
| g) milliméterpapír, géppapír. | |

1.2. Feladatok

- Dolgozzon ki mérési eljárást – a kiadott eszközök felhasználásával – ellenállás mérésére!
- Vázolja írásban (kapcsolási rajzzal együtt) a választott eljárás lényegét!
- Határozza meg – több mérés alapján – a fekete doboz egyes kivezetései között mérhető ellenállás nagyságát!
- Mérései alapján adja meg a dobozbeli hálózat lehetséges kapcsolási rajzát és az egyes ellenállások értékeit! A számítások megkönnyítése céljából – tekintettel a mérési hibákra is – az ellenállások értékeit 3 % hibahatáron belül kerekítheti.
- Egyértelműen megadható-e a kapcsolási rajz? Válaszát indokolja!

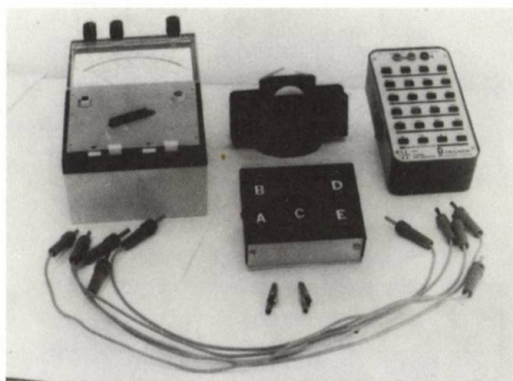
1.3. Megjegyzések

a) Számításairól, méréseiről készítsen jegyzőkönyvet! Jegyzőkönyve tükrözze a mérési eljárást, gondolkodásának, munkájának menetét, foglalja táblázatba a mért értékeket!

b) A dekádellenállás használata során vegye figyelembe az alábbi tudnivalókat: a munkahelyén található TR-9407/A (vagy TR-9407/B) jelű dekádellenállással tetszőleges értékű ellenállásokat állíthat elő 1 Ω növekménnyel. A műszer felső részén található három banánhüvely közül kettő szolgál a beállított ellenállásnak az áramkörbe történő iktatására. A $\neg$ (földelés) jelű banánhüvelyt hagyja szabadon, így a másik két banánhüvely lehetővé teszi az áramkörbe való bekötését. A kívánt ellenállást úgy állíthatja be, hogy a választott ellenállásértéket jelző szám alatti nyomógombot (illetve tolókapcsolót) benyomja (illetve feltolja). Több benyomott gomb (feltolt kapcsoló) több ellenállás bekapcsolását eredményezi, ezek az ellenállások a sorba kötés miatt összeadódnak. (Pl. a 368 Ω -os érték előállításához le kell

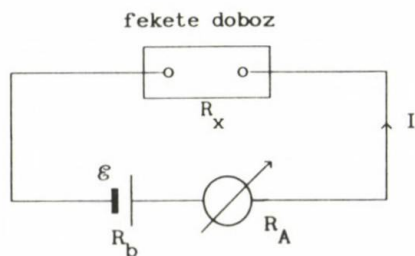
nyomnia (fel kell tolnia) a 300-as, a 40-es, a 20-as, a 4-es, a 3-as és az 1-es szám alatti nyomógombokat (tolókapcsolókat)! Az 1k jelölés 1 k Ω -ot, azaz 1000 Ω -ot jelent.)

A versenyzőknek kiadott eszközöket az 1. ábrán mutatjuk be.

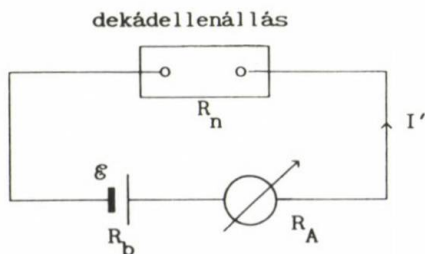


1. ábra

A feladatlapon az 1.2. pontban kitűzött feladatok megoldását a feladatlapi sorrend szerint adjuk meg.



2. a) ábra



2. b) ábra

Az első feladatként (1.2.a) és 1.2.b) pontok) egy ellenállás mérésére alkalmas mérési

eljárás kidolgozását kértük a tanulóktól. A mérésre egy lineáris skálával rendelkező, ismeretlen mérőhatárú és belső ellenállású árammérő műszer (GANZUNIV 3 ill. 4 típusú), egy zsebtelep és egy dekádellenállás állt a tanulók rendelkezésére (természetesen a telep feszültsége sem volt ismert, hiszen csak az új telep névleges feszültsége (kb. 4,5 V) valószínűsíthető).

Legegyszerűbb mérési eljárásként az úgynevezett *helyettesítéssel* történő ellenállásmérés kínálkozott. Ennek a módszernek a lényegét a 2.a) és b) ábrán mutatjuk be.

Állítsuk össze a 2.a) ábrán vázolt kapcsolást! Kössük be az áramkörbe (az árammérővel és a teleppel sorosan) a fekete dobozt, azaz csatlakozzunk a fekete doboz valamelyik kivezetéspárjához (pl. az A és B kapcsokhoz)! Olvassuk le a mutatott áramerősséget skálárészben (I)! Ezután a fekete doboz helyett kössük az áramkörbe a dekádellenállást (2.b) ábra), és a dekádellenállással addig változtassuk a bekötött ellenállás értékét, míg az előző esetben kapott áramerősséggel megegyező értéket nem kapunk (I')! Felírhatók a következő összefüggések:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_x + R_b + R_A} \text{ és } I' = \frac{\mathcal{E}}{R_n + R_b + R_A},$$

ahol $\mathcal{E}$ a telep (állandónak tekintett) elektromotoros ereje, R_b a telep, R_A az árammérő belső ellenállása, R_x illetve R_n a fekete doboz két kivezetése közötti ellenállás, illetve az ismert ellenállás (a dekádellenállásról leolvasható) értéke, I illetve I' a beálló illetve a beállított áramerősségek skálárészben leolvasott értékei. Mivel fennáll, hogy $I = I'$, így igaz, hogy

$$\frac{\mathcal{E}}{R_x + R_b + R_A} = \frac{\mathcal{E}}{R_n + R_b + R_A},$$

azaz

$$R_x + R_b + R_A = R_n + R_b + R_A,$$

és

$$R_x = R_n.$$

Amikor a versenyzők a fekete doboz A és B kivezetése közötti ellenállást kívánták meghatározni, azt tapasztalták, hogy az árammérő mutatója a skála számozott részén túlra lendült, azaz a 100 részre beosztott skála esetén $I > 105$ skr. adódott. Emiatt célszerű volt a fekete dobozt a dekádellenállással sorba kötni úgy, miként azt a 3.a) ábra mutatja.

R_n megválasztásával ($R_n > 0$) az árammérő mutatóját a skála tetszőleges értékére (célszerűen nagyra) állíthatjuk be. Ezután zárjuk rövidre a fekete doboz két kivezetését, és a dekádellenállás értékét szabályozzuk olyanra, hogy fennálljon: $I' = I$. Az ehhez az értékhez tartozó dekádellenállás értéke legyen R_n' ($> R_n$)! Ekkor fennáll:

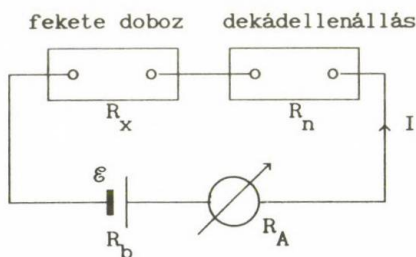
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_x + R_n + R_b + R_A} \quad \text{és} \quad I' = \frac{\mathcal{E}}{R_n' + R_b + R_A}.$$

Az áramerősségek egyenlősége miatt igaz, hogy

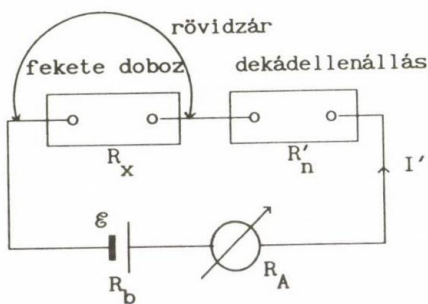
$$R_x + R_n + R_b + R_A = R_n' + R_b + R_A,$$

ahonnan

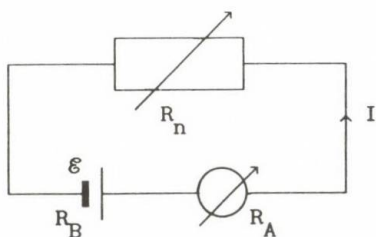
$$R_x = R_n' - R_n.$$



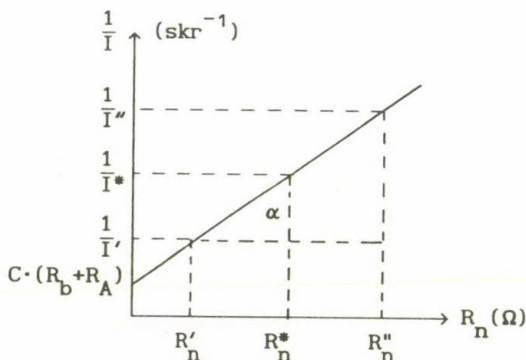
3. a) ábra



3. b) ábra



4. a) ábra



4. b) ábra

$R_n (\Omega)$	$I (\text{skr})$	$1/I (\text{skr}^{-1}) \cdot 10^{-2}$
430	104,0	0,961
500	90,0	1,111
600	75,5	1,325
700	65,5	1,527
800	57,5	1,739
900	51,0	1,961
1000	46,5	2,151
1100	42,5	2,353
1200	39,0	2,564
1300	36,5	2,740
1400	33,5	2,985
1500	31,5	3,175
1600	29,5	3,390
1700	28,0	3,571
1800	26,5	3,774
1900	25,5	3,922
2000	24,0	4,167
2100	23,0	4,348
2200	22,0	4,545
2300	21,0	4,762
2400	20,0	5,000
2500	19,5	5,128

I. táblázat

A fentebb ismertetett eljárás igen egyszerű. Egy másik, ennél *bonyolultabb* módszer a következő lehet. Hitelesítsük az árammérő skáláját ellenállásmérésre! Ehhez állítsuk össze az alábbi kapcsolást (4. a) ábra)!

A dekádellenállás (R_n) értékét szisztematikusan változtatva felvehető az $I = I(R_n)$ függvénykapcsolat:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_n + R_b + R_A},$$

illetve

$$\frac{1}{I} = \frac{R_n}{\mathcal{E}} + \frac{R_b + R_A}{\mathcal{E}}.$$

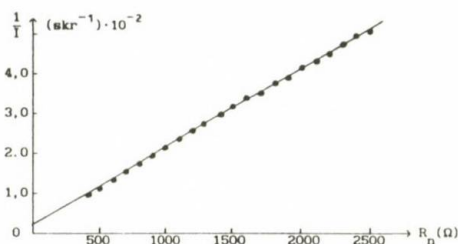
Ha $\frac{1}{\mathcal{E}} = C = \text{állandó}$, akkor $\frac{1}{I} = C \cdot R_n + C \cdot (R_b + R_A)$. Ennek a függvénynek – R_n függvényében $\frac{1}{I}$ -t ábrázolva – egyenes a képe, a tengelymetszet: $C \cdot (R_b + R_A) = \text{állandó}$, a meredekség pedig a 4. b) alapján

$$m = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{1}{I'} - \frac{1}{I''}}{R_n'' - R_n'}.$$

(két összetartozó I és R_n értékből).

Az ismeretlen R_x ellenállás meghatározásához mérni kell az áramerősséget (I^*), számolni kell $\frac{1}{I^*}$ -ot, és az előbbi módon felvett grafikonról kell leolvasni az ellenállás értékét: $R_x = R_n^*$. ($I^* > 100$ skr. esetén R_x -et a dekádellenállás bekapcsolásával megnövelve, mérhető áramot kaphatunk. Ekkor $R_x = R_n^* - R_d$, ahol R_d a dekádellenállás aktuális állása.)

Az I. táblázatban feltüntettük a hitelesítés során kapott értékeket, az 5. ábrán pedig az adatokból készített grafikont.



5. ábra

Az előzőekben ismertetett eljárások elvégzése után kapott mérési eredmények (több mérés átlagai) a következők (II. és III. táblázat, 1.2.c) pontbeli feladat).

R_x	$R_n (\Omega)$	$R_n' (\Omega)$	$R_n' - R_n (\Omega)$
R_{AB}	100	499	399
R_{AC}	100	500	400
R_{AD}	0	794	794
R_{AE}	0	797	797
R_{BC}	100	499	399
R_{BD}	0	795	795
R_{BE}	0	797	797
R_{CD}	100	499	399
R_{CE}	100	501	401
R_{DE}	100	499	399

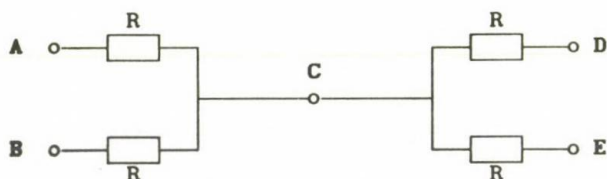
II. táblázat

R_x	$R_d (\Omega)$	$I^* (\text{skr})$	$1/I^* (\text{skr}^{-1}) \cdot 10^{-2}$	$R_n^* (\Omega)$	$R_n^* - R_n (\Omega)$
R_{AB}	100	90,5	1,105	490	390
R_{AC}	100	90,0	1,105	490	390
R_{AD}	0	57,5	1,739	800	800
R_{AE}	0	57,5	1,739	800	800
R_{BC}	100	90,5	1,105	490	390
R_{BD}	0	57,5	1,739	800	800
R_{BE}	0	57,5	1,739	800	800
R_{CD}	100	90,5	1,105	490	390
R_{CE}	100	90,5	1,105	490	390
R_{DE}	100	90,5	1,105	490	390

III. táblázat

$R_{AB} = 400 \, \Omega$	$R_{BC} = 400 \, \Omega$	$R_{CD} = 400 \, \Omega$	$R_{DE} = 400 \, \Omega$
$R_{AC} = 400 \, \Omega$	$R_{BD} = 800 \, \Omega$	$R_{CE} = 400 \, \Omega$	
$R_{AD} = 800 \, \Omega$	$R_{BE} = 800 \, \Omega$		
$R_{AE} = 800 \, \Omega$			

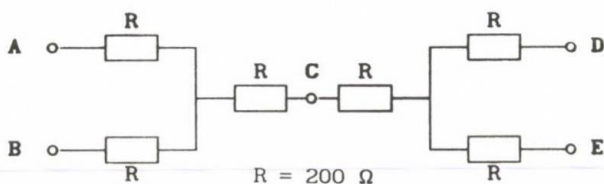
IV. táblázat



6. ábra

A feladatlap 1.2.d) pontja szerint a mért adatokat 3 % hibahatárig *kerekíthetjük* a további számítások megkönnyítése céljából. A kerekített adatokat a IV. táblázatban tüntettük fel, megadva az egyes kivezetések közötti ellenállások értékeit.

A táblázat adataiból kitűnik, hogy összesen két különböző ellenállásérték adódott. A C pont és bármely másik pont között 400 Ω mérhető, ami C kitüntetett voltára utal, szimmetrikus kapcsolást tételez fel. Az első ötletünk az lehet, hogy a dobozban 4 ellenállás lehet, amelyek egyfajta csillagkapcsolásban vannak (6. ábra). Am könnyen rájöhetünk arra, hogy ez a feltételezés hibás, hiszen a IV. táblázatból látszik, hogy pl. $R_{BC} = R_{BA} = R_{AB} = 400 \, \Omega$, ami ennél a kapcsolásnál nem teljesül, hiszen A és B pontok között két sorba kötött ellenállás, míg B és C között csak egy ellenállás van (az előbb említett kettő közül az egyik). Viszonylag kis számú kísérletezés után módosíthatjuk ezt a kapcsolást. Egy lehetséges elrendezést a 7. ábra mutat. Ha feltesszük, hogy minden R ellenállás itt 200 Ω nagyságú, akkor adódik, hogy ez a feltételezés a mért adatoknak megfelel, azaz teljesül, hogy $R_{AB} = R_{AC} = R_{BC} = R_{CD} = R_{CE} = R_{DE} = 400 \, \Omega$ és $R_{AD} = R_{AE} = R_{BD} = R_{BE} = 800 \, \Omega$. A kapcsol-



7. ábra

lás helyességét valószínűsíthetjük azal is, ha az egyes pontpárok között mérhető ellenállást valamely más pontpár rövidre zárása mellett is meghatározzuk. Így pl. a D és E, vagy a C és D, vagy a C és E pontok rövidre zárasakor $R'_{AB} = R'_{AC} = R'_{BC} = 400 \, \Omega$, azaz nem változik. De pl. a C és D rövidre zárasakor

R'_{AE} értéke 700 Ω -nak adódik a 800 Ω helyett. Ennek így is kell lennie, hiszen ekkor a C és D pontok közötti ellenállások párhuzamosan kötődnek, eredőjük 200 Ω -os részellenállások esetén 100 Ω lesz, és ez adódik a másik három, 200 Ω -os ellenálláshoz.

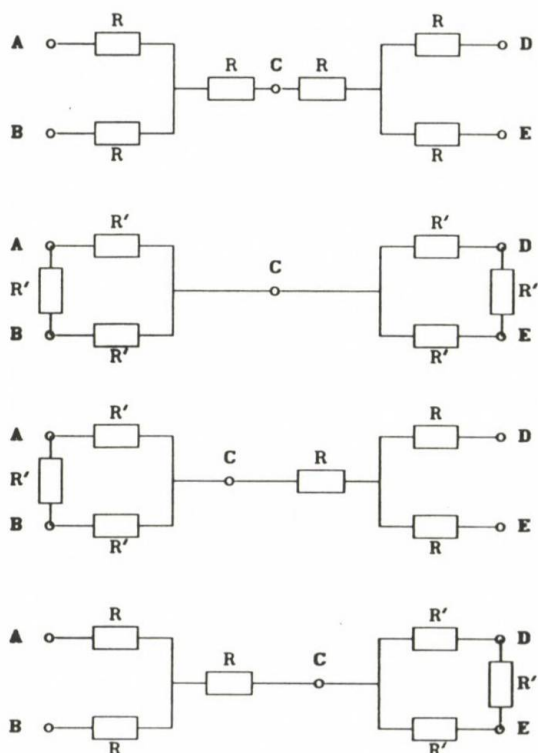
Az áramkörök számításában jártasabbak könnyen felismerhetik, hogy az A, B, C illetve a C, D, E pontok közötti ellenállások úgynevezett *csillagkapcsolást* adnak. Ez a kapcsolás „ellenálláshűen” ábrázolható *delta*- vagy más néven *háromszög* kapcsolássá. Így további elrendezések lehetnek, amelyeket a 8. ábrán tüntettünk fel.

Könnyen kimutatható, hogy ezekben az esetekben az R jelű ellenállás értéke 200 Ω , míg $R' = 3 \cdot R = 600 \, \Omega$ értékű.

A fentiekből látható, hogy a mért adatokból a *kapcsolás nem adható meg egyértelműen*. A 8. ábrán feltüntetett kapcsolások mindegyike 6-6 ellenállásból áll. Világos azonban, hogy ezeket az ellenállásokat helyettesíthetjük tetszőleges olyan ellenállás-hálózatokkal, melyeknek eredő ellenállása a helyettesített ellenállással megegyező értékű.

A versenyzők zöme az ellenállásmérésre kidolgozott eljárás megtervezése után helyesen adta meg a mérhető ellenállások nagyságát.

Általában a helyes kapcsolás valamelyik változatát is feltüntették jegyzőkönyvükben. A feladatlap teljes és tökéletes megoldására 150 pontot kaptak a tanulók. Az elért eredményeket és a helyezési sorrendet az alábbiakban adjuk meg (V. táblázat).



8. ábra

Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny Fizika I. kategória, 1994

Hely.	Név	Elméleti forduló	Kísérleti forduló	Összpontszám
1.	Kovács Krisztián (Békéscsaba)	290	260	550
2.	Birszki Bálint (Vác)	260	237	497
3.	Kumli Tamás (Pécs)	170	293	463
4.	Nagy Gábor (Budapest)	160	260	420
5.	Korpos Tibor (Paks)	195	208	403
6.	Tarsoly András (Zalaegerszeg)	195	205	400
7.	Takács Norbert (Győr)	180	210	390
8.	Antos József (Budapest)	170	216	386
9.	Straub Kornél (Miskolc)	155	230	385
10.	Nyéki József (Debrecen)	175	208	383
11.	Horváth Gabriella (Vác)	150	223	373
12.	Benkó Tibor (Budapest)	145	223	368
13.	Kiss Olivér (Debrecen)	160	165	325
14.	Csorba Zoltán (Békéscsaba)	150	160	310
15.	Krüpl Zsolt (Esztergom)	145	152	297
16.	Gazdag Károly (Barcs)	160	95	255

A MOZAIK tankönyvajánlata az 1995/96-os tanévre

KÉMIA

Kémiai feladatsorozatok 7., 8. o.

Kémia tankönyv I. osztály

Rendszerező kémia mintapéld., feladatokkal

Kémiai zsebkönyv középiskolásoknak

Versenyezni jó! - Kémiai versenyfeladatok

Éretts. - felv. feladatok KÉMIA ('89-'92)

FIZIKA

Fizika 12 éveseknek (tankönyv 6. osztály)

Fizika munkafüzet 12 éveseknek

Fizika 13 éveseknek (tankönyv 7. osztály)

Fizika munkafüzet 13 éveseknek

Fizika 14 éveseknek (tankönyv 8. osztály)

Fizika munkafüzet 14 éveseknek

Fizikai feladatsorozatok 6., 7., 8. o.

Fizikai feladatsorok középisk. készülőknek

Fizikai feladatok gyűjt. 12-16 éveseknek

Hogyan oldjunk meg fizikai feladatokat?

Fizikai zsebkönyv általános iskolásoknak

Fizikai kísérletek, játékok elektronokkal

A Budó Ágoston fizikai versenyek '79-'90

Hűsszor hat - Fizikai feladatsorok felv.

Éretts. - felvételi feladatok FIZIKA ('89-'93)

Fizikai feladatok és tévedések

BIOLÓGIA

Komplex mf. biológiából 6., 7., 8. o.

Biológiai tesztorozatok ált. iskolásoknak

Biológiai feladatsorozatok II., III., IV. o.

Biológiai tesztek középiskolásoknak

Így oldunk meg genetikai feladatokat

Biológiai feladatok középiskolásoknak

Biológiai összefüggések, logikai vázlatok

Biológiai fogalmak és összehasonlító tábl.

Vastag betűvel kiemelt kiadványaink szerepelnek az 1995/96-os minisztériumi tankönyvjegyzéken.

Az egyedfejlődés alapjelenségei

Éretts. - felv. feladatok BIOLÓGIA ('89-'92)

Válogatás a biológia érettségi-felvételi

feladatokból ('82-'93)

MATEMATIKA

Matematikai ismeretek 13-14 éveseknek

MATEMATIKA Összefoglaló fgy. 10-14 év.

MEGOLDÁSOK a mat. összef. f.gy.-hez I-II.

Matematikai feladatsorozatok 5., 6. o.

Matematikai feladatsorozatok 7., 8. o.

Mat. feladatsorozatok középisk. készülőknek

Érdekes matematikai feladatok

Matematikai versenytesztek '91-'93

Matematikai versenytesztek '94

Néhány tipikus problémaszituáció mat.

Matematikai fogalmak, tételek

Matematika tesztkönyv I-II. (15-16 év.)

Matematikai tehetséggondozás 15 é. korban

Határértékszámítás

Mat. feladatsorok (Egyenletek, trig., log.)

Nevezetes egyenlőtlenségek

Geomet. feladatok megold. mat. háttérre

Éretts. - felv. feladatok matematika ('89-'93)

FÖLDRAJZ

A Föld, amelyen élünk tankönyv 5-6. o.

A Föld, amelyen élünk mf. 5-6. osztály

Földrajzi feladatsorozatok 6. osztály

Kis mester a földrajzhoz 6. osztály

Tájékozódás a térképen - Topogr. gyak.

Szórakoztató földrajz - Földrajzi rejtvények

Földrajzi fogalmak kislexikona

Természetföldrajz I. - A Föld belső erői

Természetföldrajz II. - A Föld külső erői

Éretts. - felv. feladatok FÖLDRAJZ ('89-'93)



A

fizika

TANÍTÁSA

MÁRCIUS

ára: 90,- Ft

III. évf. / 2. szá

TARTALOM

AZ EÖTVÖS-EFFEKTUSRÓL, A SÚLYOS ÉS TETETLEN TÖMEGRŐL

Dr. Poór István

főiskolai docens, ELTE főisk. kar, Budapest

HŐTÁGULÁS(II)

Módis Ákos

gimnáziumi tanár, Nyíregyháza

ÖSSZEFÜGGÉS A TANULÓK ELŐISMERETEI ÉS TANULÁSI EREDMÉNYEI KÖZÖTT

Dr. Zátanyi Sándor

Sopron

NÉHÁNY GONDOLAT AZ ELEKTROMOSSÁGTAN ALAPFOKÚ TANÍTÁSÁRÓL EGY FELMÉRÉS KAPCSÁN

Nagymihály Tünde

tanár, Szeged

TALLÓZÁS KÜLFÖLDI TANKÖNYVEKBEN

Bonifert Domonkosné dr.

főiskolai docens, JGYTF, Szeged

ÁLARC ÉS PÁNCÉL NÉLKÜL ERDÉLYI SÁNDOR MEGEMLEKEZÉSE FÉNYES IMRE PROFESSZORRÓL

WIGNER JENŐ (1902-1995)

Dr. Pintér Ferenc

főiskolai tanár, JGYTF, Szeged

KÖNYVISMERETES

A tankönyvek és jegyzetek a nehézségi erőt a forgó Földhöz rögzített gyorsuló rendszerből tágyalják. Mivel a középiskolában nem tanítják a gyorsuló rendszereket, így ott kimarad a nehézségi erő tárgyalása. Arról nem is beszélve, hogy a magyar nyelvhasználattal ellentétben egyes könyvek... (3. oldal)

A mindennapi életünkben állandóan előforduló jelenség a hőtágulás. Így érthető, hogy korunk megújuló fizika tanításában még mindig nagy szerepet tölt be sok más, már letűnőfélben lévő, egykor fontos témával szemben (pl. vékony lencsék). (7. oldal)

Ha azon mennyire alkalmazni kész tudás a mai magyar általános iskolás gyerekek fizikai tudásanyaga, kicsit szűkebben az elektromosságtani tudásanyaga? Két irányból vizsgáljuk meg a kérdést: először is az, amit maguk a gyerekek vetettek fel, a gyakorlati alkalmazások területe. (14. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A FIZIKA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Bonifert Domonkosné dr.
főiskolai docens

Szerkesztőbizottság:

Dr. Kövesdi Katalin

főiskolai adjunktus

Dr. Miskolczy Józsefné

általános iskolai szakvezető

Dr. Molnár Miklós

egyetemi adjunktus

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 312-988,

FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Műszaki szerk.:

Vassné Németh Katalin

Tördelő szerk.: Kovács Attila

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 450 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent a Művelődési és

Közükatási Minisztérium

támogatásával

A fizika tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-6634

Készült a Dürer Nyomda Kft-ben
Felelős vezető: Székely András

TARTALOM

AZ EÖTVÖS-EFFEKTUSRÓL, A SÚLYOS ÉS TETETLEN TÖMEGRŐL

Dr. Poór István

főiskolai docens, ELTE főisk. kar, Budapest

HŐTÁGULÁS(!!)

Módis Ákos

gimnáziumi tanár, Nyíregyháza

ÖSSZEFÜGGÉS A TANULÓK ELŐISMERETEI ÉS TANULÁSI EREDMÉNYEI KÖZÖTT

Dr. Zátanyi Sándor

Sopron

NÉHÁNY GONDOLAT AZ ELEKTROMOSSÁGTAN ALAPFOKÚ TANÍTÁSÁRÓL EGY FELMÉRÉS KAPCSÁN

Nagymihály Tünde

tanár, Szeged

TALLÓZÁS KÜLFÖLDI TANKÖNYVEKBEN

Bonifert Domonkosné dr.

főiskolai docens, JGYTF, Szeged

ÁLARC ÉS PÁNCÉL NÉLKÜL ERDÉLYI SÁNDOR MEGEMLÉKEZÉSE FÉNYES IMRE PROFESSZORRÓL

WIGNER JENŐ (1902-1995)

Dr. Pintér Ferenc

főiskolai tanár, JGYTF, Szeged

KÖNYVISMERTETÉS

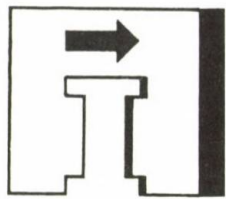
Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.



Dr. Poór István

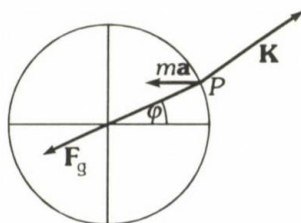
Az Eötvös-effektusról, a súlyos és tehetetlen tömegről

A tankönyvek és jegyzetek a nehézségi erőt a forgó Földhöz rögzített gyorsuló rendszerből tárgyalják. Mivel a középiskolában nem tanítják a gyorsuló rendszereket, így ott kimarad a nehézségi erő tárgyalása. Arról nem is beszélve, hogy a magyar nyelvhasználat ellentétben egyes könyvek súlynak nevezik a nehézségi erőt. Cikkemben szeretnék rámutatni arra, hogy inerciarendszerből is értelmezhető a nehézségi erő, és a Coriolis-erő nélkül is érthető az Eötvös-effektus, és így könnyen követhetővé válik Eötvös Loránd mérése a súlyos és a tehetetlen tömeg arányosságáról.

Az 1. ábra szerint a Föld adott φ szélességi fokán lévő P pontban elhelyezett m tömegű test egy inerciarendszerhez képest (pl. álló csillagok) $\mathbf{a}$ gyorsulással mozog. Természetesen a forgó Földön nyugalomban van. A gyorsuláshoz szükséges $m \cdot \mathbf{a}$ erőt a Föld vonzásából származó $\mathbf{F}_g$ gravitációs erő és az alátámasztás által kifejtett $\mathbf{K}$ kényszererő biztosítja. Így: $\mathbf{F}_g + \mathbf{K} = m \cdot \mathbf{a}$. Az egyenletből: $-\mathbf{K} = \mathbf{F}_g - m \cdot \mathbf{a}$. Ezt a $-\mathbf{K}$ erőt nevezzük nehézségi erőnek és jelöljük $\mathbf{F}_n$ -nel, így $\mathbf{F}_n = \mathbf{F}_g - m \cdot \mathbf{a}$. Ha gyorsuló rendszerből történik a tárgyalás, akkor eleve ezt írjuk fel, mondván, hogy a test mozgását (ha megszűnik $\mathbf{K}$, akkor a test szabadon esik $\mathbf{g}$ gyorsulással) a rá ható $\mathbf{F}_g$ gravitációs és a gyorsuló rendszerben felvett $(-m \cdot \mathbf{a})$ tehetetlenségi erő összege biztosítja.

Nagyon fontos, hogy az $m \cdot \mathbf{a}$ -ban m a test tehetetlen tömege, tehát: $\mathbf{F}_n = \mathbf{F}_g - m_t \cdot \mathbf{a}$ (1). A gravitációs erőben, $\mathbf{F}_g$ -ben, a súlyos tömeg szerepel. Így együtt van az az egyenlet, amely-

ből Eötvös Loránd mérése könnyen érthetővé válik. Látszik, hogy az $\mathbf{F}_n = m \cdot \mathbf{g}$ felírás csak akkor lehetséges, ha tudjuk, hogy a súlyos és a tehetetlen tömeg arányos egymással.



1. ábra

Ha eltekintünk a Föld Nap körüli pályáján való keringésből származó gyorsulástól, akkor $\mathbf{a}$ csak abból származik, hogy a P pont a Földdel együtt forog. Így $\mathbf{a} = R \cos \varphi \omega^2$, ahol R a Föld sugara és ω a Föld szögsebessége.

Könnyen megszabadulhatunk a vektoroktól, ha tudjuk, hogy még $\varphi = 45^\circ$ esetén is $\mathbf{K}$ és $\mathbf{F}_g$ által bezárt szög csak $6'$ körül van. Így a két vektort egy egyenesbe esőnek vesszük és $m_t \mathbf{a}$ -nak a $\cos \varphi$ -szeresét (vagyis $m_t \mathbf{a}$ -nak $\mathbf{F}_g$ egyenesére eső vetületét) adjuk hozzá $\mathbf{F}_g$ -hez:

$$\mathbf{F}_n = \mathbf{F}_g - m_t R \cos^2 \varphi \omega^2.$$

Ez az összefüggés pontosan megadná a nehézségi erő (m -mel való osztás után a g) φ -től való függését, ha a Föld gömb alakú volna. A valóságban ehelyett a Cassinis-formulát kell használni.

$$g_\varphi = 9,78049(1 + 0,0052884 \sin^2 \varphi - 0,0000059 \sin^2 2\varphi) \frac{m}{s^2}.$$

Mi van, ha a P pontban lévő test keletről nyugatra vagy nyugatról keletre mozog v sebességgel? A v sebességhez $\omega_1 = \frac{v}{R \cos \varphi}$ szögsebesség tartozik. Ha nyugatról kelet felé mozog a test, akkor ω_1 iránya megegyezik ω val, így

$$F_{n1} = F_g - m_t R \cos^2 \varphi (\omega + \omega_1)^2.$$

Ahhoz, hogy F_n -t a helyhez és a helyben nyugalomban lévő testhez tudjuk rendelni, be kell vezetni a súly fogalmát. A súly tehát az az erő, amit a test a vízszintes alátámasztási felületre, vagy a függőleges fonálra kifejt. Látszik, hogy nyugvó test esetén a nehézségi erő és a súly nagyság és irány szerint azonos, csak a súly az alátámasztásra hat, a nehézségi erő pedig a testre.

Tehát a Földhöz képest mozgó testnek a súlya akkor is változik, ha a testnek nincs gyorsulása. Az természetes, ha van függőleges gyorsulása a testnek, akkor a súly $m(g - a)$, ha lefelé és $m(g + a)$, ha a test felfelé gyorsul. Az Eötvös-effektus azt jelenti, hogy vízszintes sebességnél is (mi csak azt elemezzük, ha nyugatról keletre vagy keletről nyugatra mozog) változik a test súlya.

$$S = F_g - m_t R \cos^2 \varphi (\omega^2 + 2\omega\omega_1 + \omega_1^2).$$

Mivel a Föld forgásából származó kerületi sebesség $46 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, így kisebb sebességekre az $\omega_1^2 \ll \omega^2$, így a súly változása

$$\Delta S = -m_t R \cos^2 \varphi 2\omega\omega_1,$$

ami így is írható:

$$\Delta S = -2m_t \cos \varphi (R \cos \varphi \omega_1) \omega = -2m_t \cos \varphi v \omega.$$

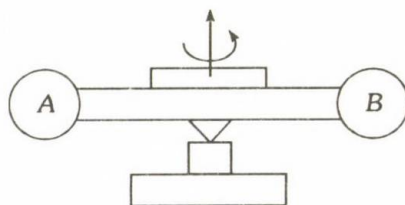
A negatív előjel azt jelenti, hogy a súly csökken, ha a Föld forgásával azonos irányban haladunk.

Az egyszerű levezetésünkben megtalálható az

$$\mathbf{F}_{\text{cor}} = 2m\mathbf{v} \times \boldsymbol{\omega} \text{ Coriolis-erő.}$$

Az effektust azért nevezték el Eötvös Lorándról, mert ő tanulmányozta O. Hecker német geodétának a potsdami Geodéziai Intézet megbízásából 1901-ben az Atlanti-óceánon és 1904-1905-ben az Indiai- és a Csendes-óceánon végzett méréseit. Eötvös Loránd udvarias levélben felhívta Hecker figyelmét arra, hogy a pontos méréseknél nem vette figyelembe a hajó sebességét. Hecker 1908-ban újabb méréseket végzett a Fekete-tengeren, ahol bizonyította Eötvös Loránd állítását.

Többen ezt kétségbe vonták, ezért tervezett – Pekár szerint – Eötvös Loránd kísérletet az Eötvös-effektus kimutatására. A 2. ábrán látható érzékeny mérlegen két nagy tömegű test helyezkedik el. A gondosan kiegyensúlyozott mérleget függőleges tengely körül forgatjuk. Forgatás közben, amikor az A test nyugatról keletre halad, akkor a B test keletről nyugatra megy.

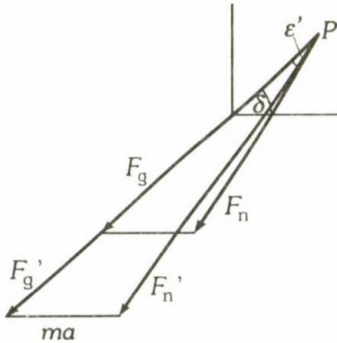


2. ábra

Tehát az A test súlya csökken, a B testé pedig növekedik, így a mérleg egy pillanatra megbillen. Ha a mérleg lengésidejének a fele megegyezik a forgás periódusidejével (egy periódus alatt hol az A , hol a B test van lenni), akkor a rezonancia miatt a kis súlyváltozásra is billegni kezd a mérleg. A kis billegést a mérlegre szerelt tükörre ejtett fénymutató segítségével mutatjuk ki.

A Coriolis-erő vízszintes eltérítő hatását az 1851-ben bemutatott Foucault-féle kísérlet előtt már ejtési kísérlettel G.B. Guglielmini 1790-91-ben, J.F. Benzenberg 1802-ben megmutatta.

Ezután térjünk át a súlyos és tehetetlen tömeg arányosságára vonatkozó Eötvös-féle mérésre.



3. ábra

Az $\mathbf{F}_n = \mathbf{F}_g - m\mathbf{a}$ összefüggés alapján megszerkesztettük a nehézségi erőt. Helyezzünk most a P pontba egy ugyanilyen tehetetlen tömegű, de más anyagú testet. Ha nem arányos a súlyos tömeg a tehetetlen tömeggel, akkor erre a testre a Föld más nagyságú erőt ($\mathbf{F}_g'$) fejt ki. Így a megszerkesztett $\mathbf{F}_n'$ is más irányú lesz. ε jelölje az $\mathbf{F}_n$ és $-\mathbf{F}_g$, ε' az $\mathbf{F}_n'$ és $\mathbf{F}_g'$ által bezárt szöget. A 3. ábráról:

$$\frac{\sin(\varepsilon - \varepsilon')}{\sin \varepsilon} = \frac{F_g' - F_g}{F_n'}$$

és ha bevezetjük az $F_g' = F_g(1 + x)$ jelölést, akkor:

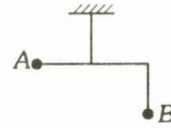
$$\varepsilon - \varepsilon' = x \frac{F_g}{F_n'} \sin \varepsilon$$

összefüggést kapjuk. Ezt az $\varepsilon - \varepsilon'$ szöget kell mérni. Az Eötvös Loránd által elért $x < 5 \cdot 10^{-8}$ pontossághoz $\varepsilon - \varepsilon' = 2 \cdot 10^{-5''}$ szöget kellett mérni.

Az Eötvös Loránd-féle gondolatmenetből látszik, hogy a súlyos és tehetetlen tömeg arányosságához csak azt kell kísérletileg kimutatni, hogy a nehézségi gyorsulás értéke anyagi minőségtől független.

A tényleges méréshez az általa készített Eötvös-ingát, pontosabb nevén a horizontális

variométert használta. Az A és B pontba azonos tömegű, különböző anyagi minőségű testeket tett. Megvárta az egyensúlyt, majd 180° -kal elforgatta az ingát.



4. ábra

Az egyensúlyi helyzet megváltozása azt jelentette volna, hogy más a gravitációs erő az egyik testre, mint a másikra.

Már Newton rájött arra, hogy a súlyos és tehetetlen tömeg arányosságához a g -nek az anyagi minőségtől való függetlenségét kell bizonyítani. A gondolatmenet egyszerű. Egy adott helyen egy adott test mozgását a gravitációs erő hozza létre:

$$m_{t_1}(\mathbf{a} + \mathbf{g}_1) = \gamma \frac{m_{s_1} M_S}{r^2} \cdot \frac{\mathbf{r}}{|\mathbf{r}|},$$

ahol $\mathbf{a}$ az adott hely gyorsulása az inerciarendszerhez képest, $\mathbf{g}_1$ pedig a nehézségi gyorsulás értéke. Egy másik testre ugyanazon a helyen

$$m_{t_2}(\mathbf{a} + \mathbf{g}_2) = \gamma \frac{m_{s_2} M_S}{r^2} \cdot \frac{\mathbf{r}}{|\mathbf{r}|}.$$

Az abszolút értékeket véve és a két egyenletet osztva egymással:

$$\frac{m_{t_1}(\mathbf{a} + \mathbf{g}_1)}{m_{t_2}(\mathbf{a} + \mathbf{g}_2)} = \frac{m_{s_1}}{m_{s_2}}.$$

Az egyenlőség akkor és csak akkor igaz, ha $\mathbf{g}_1 = \mathbf{g}_2$.

Jelenleg van terv arra, hogy ezen eredeti elv alapján végezzenek méréseket. 30 m magasról, légüres térben való ejtéskor 10^{-8} s pontosságú időméréssel az eddigi pontosság (10^{-11}) elérhető lenne.

A másik terv az, hogy űrrakétában, a súlytalanság állapotában próbálják a méréseket elvégezni.

Vajon az általános relativitás elve mellett, melynek kísérleti alapja a súlyos és a tehetetlen tömeg arányossága, mi indokolja azt, hogy ma is foglalkoznak ezzel a kérdéssel. A modern fizika, az elemi részek fizikája szempontjából is fontos, hogy minden elemi rész rendelkezik-e gravitációs tömeggel is. A jelenlegi ismeretek szerint 1 kg réz és 1 kg ólom tömege a következő részekből tevődik össze:

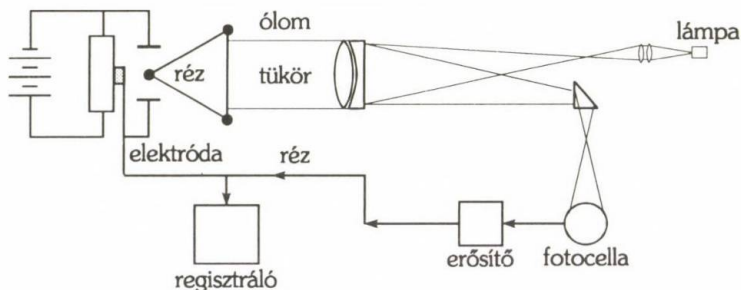
	réz	ólom
neutron	560,0 g	619,0 g
proton	451,3	393,0
elektron	0,24	0,21
kinetikus energia	23,4	22,9
potenciális energia	-35,1	-35,38
Coulomb-energia	0,16	0,11
kémiai energia	10^{-5}	10^{-5}
Összesen:	1000,0 g	1000,0 g

A táblázatból látszik, hogy a 10^{-8} -os pontosság már azt igazolja, hogy a felsorolt járulékok gravitációs tömeggel is rendelkeznek.

És végül R.H. Dicke által végzett mérésről, amely 1964-ben produkálta a 10^{-11} -es pontosságot.

A mérés alapelvével már Eötvös Loránd is próbálkozott, de a technikai nehézségek miatt ő nem ért el ezzel a méréssel nagy pontosságot. A mérés elve az, hogy a testekre csak a Napnak a hatását vizsgáljuk. Ez a Föld forgása miatt egy naponta ismétlődő periodikus jelenség.

Dicke az 5. ábrán látható vázlat szerint egy 5 cm oldalú szabályos háromszög csúcsába egy ólom és két rézgolyót helyezett. Az egésztestet légüres térben torziósálra függesztette. Ha a Nap máshogy vonzza az ólmot, mint a rezet, akkor a torziósál naponta periodikusan elfordul. Az igen komoly technikai problémákat megoldó mérésben Dicke 10^{-7} fokos elfordulást tudott volna regisztrálni. A regisztrálást automatikusan végezte, hogy az észlelés ne zavarja meg a mérést.



5. ábra

Irodalom

- [1] Marx György: Az Eötvös-kísérlet mai szemmel, Fizikai Szemle 16., 372. (1966)
- [2] R.H. Dicke: Az Eötvös-kísérlet. Fizikai Szemle 12., 111. (1962)
- [3] Renner János: Megjegyzések az Eötvös-kísérletekről, Fizikai Szemle 12., 223. (1962)
- [4] Renner János: Az Eötvös-kísérlet, Fizikai Szemle 14., 6. (1964)
- [5] Poór István: A súlyos és tehetetlen tömeg.

Fejezetek a mechanikából 118., ELTE Sokszorosító Üzem, 1981.

- [6] Cseh Géza: Az Eötvös-effektus, Fejezetek a mechanikából 127., ELTE Sokszorosító Üzem 1981.
- [7] Ifj. Cseh Géza: Az Eötvös-effektus kimutatása saját készítésű kísérleti eszközzel, Fizikai Szemle 31., (1981)
- [8] Pekár Dezső: A Földön mozgó testek súlya, Természettudományi Közlöny 51., (1919)

Módis Ákos

Hőtagulás(!?)

A mindennapi életünkben állandóan előforduló jelenség a hőtagulás. Így érthető, hogy korunk megújuló fizika tanításában még mindig nagy szerepet tölt be sok más, már letűnőfélben lévő, egykor fontos témával szemben (pl. vékony lencsék).

Cikkem megírására emellett az is ösztönzött, hogy rávilágítsak egy – a témakör lényegében rejlő – apró mozzanatra, melyre aktív tanári munkám során figyeltem fel. Ez a kis részlet nemcsak szakmai, hanem abból adódóan inkább pedagógiai problémákat vet fel, így ezek rendezésére illetve elkerülése végett íródtak e sorok. A cím meghökkentő jellege is ezt hivatott célozni.

A gimnáziumi és szakközépiskolai tankönyvek kísérleti tényre, azaz mérésekre hivatkozva közlik a szilárd testek vonalmenti hőtagulását közelítőleg jól leíró formulát:

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T. \quad 1$$

Ezt felhasználva adódik az új hosszúság is:

$$l = l_0(1 + \alpha \Delta T). \quad 2$$

Probléma akkor jelentkezik, amikor a szokványos – szinte csak behelyettesítést igénylő – feladatok után olyan példákat oldatunk meg, melyekben az anyag lehűléséről van szó. Szinte minden esetben (gyakran a tanárban is) reflexszerűen felmerülő válasz ilyenkor az 1 és 2 képletek háborítatlan alkalmazása, mondván, hogy csupán a hőmérséklet-változás lesz negatív. Tehetik, hiszen a könyvek erre az esetre nem nagyon hívják fel a figyelmet. Így aztán az igazi gond oly módon adódik, hogy az így kiszámított értékek (új hossz, hosszváltozás) – figyelembe véve a lineáris hőtagulási együttha-

tó kicsiny voltát (10^{-4} - 10^{-5} nagyságrend) – gyakorlatilag egyező eredményt szolgáltatnak a valóban helyes számítási módszerrel, ami az ismeretlen áthelyezésén alapul ($l_{T_0} = x[1 + \alpha|\Delta T|]$), ahol x az alacsonyabb, T hőmérsékleten meglévő hossz. Tehát $T_0 > T$.

Ezt a következő példán illusztrálom is. Legyen szó egy távvezetékéről, melynek hossza 10°C -on 50 km. A vezeték alumíniumból készült, melynek lineáris hőtagulási együtthatója $2,4 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$. Mekkora lesz a hosszúság -20°C -on?

Lássuk milyen eredményeket kapunk a „két” módszerrel!

Rossz változat:

$$\begin{aligned} l_{-20^\circ\text{C}} &= l_{10^\circ\text{C}}(1 + \alpha \Delta T) = \\ &= 50 \text{ km}(1 + 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K} \cdot (-30 \text{ K})) = \\ &= 49,964 \text{ km}. \end{aligned}$$

A jó változat:

$$\begin{aligned} l_{10^\circ\text{C}} &= l_{-20^\circ\text{C}}(1 + \alpha|\Delta T|), \\ \text{akkor} \quad l_{-20^\circ\text{C}} &= l_{10^\circ\text{C}} : (1 + \alpha|\Delta T|), \end{aligned}$$

ahonnan

$$\begin{aligned} l_{-20^\circ\text{C}} &= 50 \text{ km} : (1 + 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K} \cdot 30 \text{ K}) = \\ &= 49,964026 \text{ km}. \end{aligned}$$

Megjegyzés: A jó változatnál képzeletben az alacsonyabb hőmérsékletről indítunk, ezért van szükség arra, hogy a hőmérséklet-változás abszolút értékét tekintsük.

Látható, hogy a sokszor csak az eredményre koncentráló diák számára ezek után már nehezen elfogadhatóak a különféle – egyéb-

ként helyes – magyarázatok a fentiekre vonatkozólag. Ezért tennivaló már csak pedagógiai téren marad, azaz didaktikai eszközökkel kell harcolnunk. Ez annyit jelent, hogy 1 és 2 valamilyen módon órai közlése után rögtön ki kell térni a zsugorodás esetére, tehát nem szabad ezt a lépést már konkrét feladatokra hagyni.

A magyarázatokat tehát én „elméleti” módon tálalnám, és itt be is mutatok néhány lehetséges esetet.

Ha igaz volna 1 összehúzódás esetére, akkor egy magasabb hőmérsékletre melegített, azután eredeti hőmérsékletére visszahűtött fémrúd a folyamat végén rövidebb volna, mint az elején, és ez lehetetlen. (Ezt a diák is elfogadja.) Ugyanis 1 másodszori alkalmazásánál már nagyobb kezdő hosszúsággal számolunk (magasabb hőmérséklet), egyébként minden más változatlan (csak ΔT negatív). Így a zsugorodás mértéke nagyobb a megnagyúlásénál.

Másféle okoskodás (mely szintén indirekt) a következő! Tegyük fel, hogy mindkettő egyszerre igaz $T < T_0$ esetén:

$$l_T = l_{T_0} (1 - \alpha |\Delta T|),$$

mert a diák állítja.

$$l_T = l_{T_0} (1 + \alpha |\Delta T|),$$

mert a tanár állítja az ismeretlen áthelyezésének módszerével. (Érthetően elmagyarázva ez a diák számára is elfogadható.)

A kettőből:

$$1 : (1 + \alpha |\Delta T|) = 1 - \alpha |\Delta T|,$$

azaz

$$1 = (1 + \alpha |\Delta T|) \cdot (1 - \alpha |\Delta T|)$$

$$1 = 1^2 - \alpha^2 (\Delta T)^2$$

$$0 = -\alpha^2 (\Delta T)^2,$$

ahonnan α vagy ΔT zérus, ami lehetetlen, és ez az első verzió feladásához vezet.

Ezek a megállapítások nyilván térfogati hőtágulásra is érvényesek.

Ha mindezek az órán túljutottunk, akkor várható, hogy gyakorlati esetben, tehát példák megoldása során a lustább, kényelmesebb diák is automatikusan a hosszadalmasabb, de az elvileg valóban helyes megoldást választja. A cikk megírásával ez volt a célom és remélem, hogy most már a cím utaló jellege, értelme is világossá vált a tisztelt olvasó előtt!

Végezetül: a helyes gondolatmenet tisztázását fontosnak tartom, annak ellenére, hogy 1 és 2 valóban csak közelítő formulák.

Irodalom

- [1] Szakközépiskolai összefoglaló feladatgyűjtemény - Fizika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1989., ISBN 96318 2563 9
- [2] Szakközépiskola - Fizika II. (D, E variáns), Tankönyvkiadó, Budapest, 1988., ISBN 963181140 9
- [3] Gimnázium - Fizika I. (Bakányi - Fodor - Marx - Sarkadi - Tóth - Ujj), Tankönyvkiadó, Budapest, 12. kiadás ISBN 96318 4445 5



Dr. Zátanyi Sándor

Összefüggés a tanulók előismeretei és tanulási eredményei között

Az Alapműveltségi Vizsgaközpont által végzett fizika eredményvizsgálat adatainak egy korábbi elemzése során arra kerestünk választ, hogy milyen jellegzetességei vannak azoknak a feladatoknak, amelyeknek a megoldásában kiemelkedő teljesítményt, illetve nagyon gyenge eredményt értek el a tanulók.¹ Azokat a feladatmegoldásokat elemeztük, amelyek kívül estek a szórás háromszorosán.² A 6-8. osztály tananyagából vett 118 feladat közül öt feladat megoldásában értek el a tanulók kiemelkedően jó (69,98 % feletti) megoldási szintet, és 11 feladatot oldottak meg a tanulók nagyon gyenge (14,76 % alatti) átlageredménnyel. E feladatok többségének főbb jellemzői a következők voltak (1. táblázat).

Hipotézis

Figyelembe véve korábbi vizsgálataink³ tapasztalatait, felmerült a kérdés, hogy milyen összefüggés lehet a tanulók előismeretei és az elért eredmények között. Az volt a hipotézisünk, hogy a tanulók számottevő előismerettel rendelkeznek azokban az ismeretkörökben, amelyekkel kapcsolatosan a 8. osztályos tanulók kiemelkedően jó átlageredményt értek el.

E feltételezésünk megerősítése (vagy elvetése) céljából vizsgálatot végeztünk 12 általános iskola 5. és 8. osztályaiban⁴, 585 tanulóra kiterjedően.

	Kiemelkedően jó átlageredmény	Nagyon gyenge átlageredmény
Osztály	6., 8.	7.
Fizikai téma	nem jellemző	mechanika
Értelmi műveleti szint ⁵	megértés	alkalmazás
Számítás	nincs	van
Ismétlődési átlag ⁶	2,2	0,09
Tantervi követelmény	minimum	minimum feletti

1. táblázat

⁴A vizsgálatban a következő iskolák vettek részt: Általános Iskola, Agyagosszergény; Általános Iskola, Fertőszentmiklós; Általános Iskola, Hegyeshalom; Széchenyi István Általános Iskola, Kapuvár; Általános Iskola, Levél; Móra Ferenc Általános Iskola, Mosonmagyaróvár; Erkel Ferenc Általános Iskola, Sopron; Hunyadi János Általános Iskola, Sopron; Lackner Kristóf Általános Iskola, Sopron; Petőfi Sándor Általános Iskola, Sopron; Szent Orsolya Római Katolikus Általános Iskola és Gimnázium, Sopron; Általános Iskola, Szilsárkány.

⁵A feladatok értelmi műveleti szintek szerinti csoportosítása a Bloom-féle taxonómia szerint történt. V.ö.: Báthory Zoltán: Tanítás és tanulás. Tankönyvkiadó, Bp., 1985., 115. o.

⁶Az ismétlődési átlag azt fejezi ki, hogy az iskolák többségében használt, Halász Tibor és szerzőtársai által írt tankönyvsorozatot átlagosan hányszor fordul elő az új anyag feldolgozása után a feladat megoldásához alapul szolgáló ismeret, nem számítva az összefoglaló fejezeteket.

¹Zátanyi Sándor: A 8. osztályos tanulók fizika tantárgyi tudásának diagnosztikus értékelése. In: Pedagógiai diagnosztika. (Szerk.: Vidákovich Tibor.) Alapműveltségi Vizsgaközpont, Szeged, 1992., 37-65. o.

²Ágoston György - Nagy József - Orosz Sándor: Mérésees módszerek a pedagógiában. Tankönyvkiadó, Bp., 1971., 284. o.

³Zátanyi Sándor: Elektromosságtani előismeretek. Tankönyvkiadó, Bp., 1981. - Zátanyi Sándor: Az előismeretekről a tudásig. Tankönyvkiadó, Bp., 1986.

Az alkalmazott feladatlap A változata a következő volt:

FIZIKA A változat

1. Kötélhúzáskor az A csapat maga felé tudta húzni a B csapatot. Mit tudsz a kötelet ért erőhatásokról?

- a) A két erő iránya:
b) Az A csapat erőt fejtett ki a kötélre, mint a B csapat.

2. Tolatáskor a mozgó vasúti kocsi nekiütözik az álló vasúti kocsinak. Miként változik meg a mozgó vasúti kocsi sebessége és mozgási energiája az ütközés után?

- a) Sebessége
b) Mozgási energiája

3. A lejtőn egy kocsit akarunk egyensúlyban tartani. Hasonlítsd össze az egyensúlyozó erőt a kocsi súlyával! A megoldáshoz alkalmazd relációs jelet ($\leq$ vagy $\geq$)!

Egyensúlyozó erő	Kocsi súlya
F_1	F_2

4. A rézből és alumíniumból készült kilincs térfogata egyenlő. A réz sűrűsége nagyobb mint, az alumínium sűrűsége. Hasonlítsd össze a két kilincs tömegét!

A rézkilincs tömege, mint az alumíniumkilincs tömege.

5. Tejet melegítünk a tűzhelyen. Miként változik meg a tej hőmérséklete, belső energiája és a részecskék sebessége?

- a) A tej hőmérséklete
b) A tej belső energiája
c) A tej részecskéinek a sebessége

6. A betont nem repesztik szét a benne levő vasrudak. Hasonlítsd össze a beton és a

vas hőtágulását azonos hőmérséklet-emelkedés és méret esetén!

A beton mértékben tágul, mint a vas.

7. A rajz két mágnesrudat és két megdörzsölt műanyagrudat ábrázol. Melyik esetben tapasztalunk vonzást illetve taszítást?



- a)
b)

8. Rajzold meg a

- a) beesési merőlegest
b) és a visszaverődő fénysugarat!



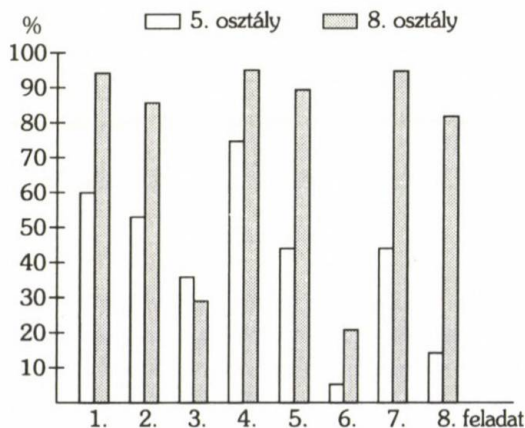
A nyolc feladatból hat azok közül való, amelyeknek a megoldásában a tanulók az Alapműveltségi Vizsgaközpont által szervezett felmérésben kiemelkedően jó eredményt értek el. Két feladat (a 3. és a 6.) pedig „ellenpéldaként” a leggyengébb átlageredménnyel megoldott feladatok közül került ki. Ugyanezeket a feladatokat tartalmazta a B változatú feladatlap is, csak más sorrendben. (Az eredmények számbavételekor a B változatú feladatlap adatait is az A változat sorszámainak megfelelően összegeztük.) Az 5. és a 8. osztályos tanulók ugyanazokat a feladatokat oldották meg.

A vizsgálat eredményei

A tanulók a feladatok megoldásában a 2. táblázatban és az 1. ábrán feltüntetett átlageredményeket érték el.

	Pontszám	5. osztály	8. osztály
A tanulók létszáma		288	297
1. feladat	2	60,07 %	93,60 %
2. feladat	2	52,26 %	86,36 %
3. feladat	1	37,15 %	29,29 %
4. feladat	1	75,35 %	94,61 %
5. feladat	3	43,87 %	89,45 %
6. feladat	1	5,21 %	20,88 %
7. feladat	2	44,10 %	95,12 %
8. feladat	2	13,72 %	82,49 %
Összesen	14	42,11 %	80,59 %

2. táblázat



1. ábra

A táblázat és az ábra adatai egyértelműen mutatják, hogy már az 5. osztályos tanulók is számottevő előismeretekkel rendelkeznek azokban az ismeretkörökben, amelyekkel kapcsolatos feladatok megoldásában a 8. osztályos tanulók kiemelkedő teljesítményt értek el. Ezeknek az előismereteknek egy része iskolai előtanulmányokból származik, de jelentős hányada iskolán kívüli ismeretforrásokból adódik.

Különösen figyelemreméltó előismeretekkel rendelkeznek az 5. osztályos tanulók az 1., a 2. és a 4. feladat megoldásához alapul szolgáló ismeretkörökben. A többi feladathoz képest gyenge eredményt értek el az 5. osztályos tanulók a 8. feladat megoldásában, annak ellenére, hogy a fényvisszaverődéssel kapcsolatosan rendelkeznek tapasztalatokkal. Amint várható volt, alacsony a 3. és a 6. feladat megoldási szintje mind az 5., mind a 8. osztályos tanulók részéről.

Tanulságos azt is összehasonlítani, hogy milyen eredmény adódott az egyes részfeladatok, itemek megoldásában (3. táblázat).

	Item	5. osztály	8. osztály
A tanulók létszáma		288	297
1. feladat	a)	37,15 %	90,90 %
	b)	82,99 %	96,30 %
2. feladat	a)	66,67 %	95,62 %
	b)	37,84 %	77,10 %
3. feladat	a)	37,15 %	29,29 %
4. feladat	a)	75,35 %	94,61 %
5. feladat	a)	57,99 %	98,99 %
	b)	34,03 %	79,12 %
	c)	39,58 %	90,24 %
6. feladat	a)	5,21 %	20,88 %
7. feladat	a)	44,44 %	95,29 %
	b)	43,75 %	94,95 %
8. feladat	a)	11,81 %	85,52 %
	b)	15,63 %	79,46 %
Összesen	14	42,11 %	80,50 %

3. táblázat

Érdekes, hogy milyen nagy különbséggel oldották meg az 5. osztályos tanulók az egyes feladatokhoz tartozó részfeladatokat. Az 1. feladaton belül a két erő irányára vonatkozó kérdésre (a) a tanulók 37,15 %-a adott helyes választ, a két erő nagyságát (b) viszont a tanulók 82,99 %-a tudta helyesen összehasonlítani. Nagy az eltérés a 2. feladat két részfeladatának a megoldásában is. A mozgó vasúti kocsik ütközés utáni sebességének a csökkenését (a) a tanulók 66,67 %-a, mozgási energiájának a csökkenését (b) viszont csak 37,15 %-a tudta helyesen felismerni. A két részfeladat megoldásában adódó különbség várható volt, mivel a sebesség szó jelentése sokkal jobban ismert a köznapi szóhasználatból a tanulók számára, mint az energiáé. Jelentős különbséggel oldották meg a tanulók az 5. feladat egyes részadatait is. A tej hőmérsékletének az emelkedését (a) a tanulók 57,99 %-a ismerte fel, míg a belső energia növekedésére (b) és a tej részecskéinek sebességnövekedésére (c) vonatkozó kérdésekre csak 34,03 %-os, illetve 39,58 %-os arányban tudtak helyesen válaszolni. Ez az eltérés ebben az esetben is nyilvánvalóan a tapasztalatszerzés lehetőségének a különbségéből adódott.

A 8. osztályos tanulók fizikatanulásának eredményeként az 5. osztályos tanulók előismereteihez képest (egy feladattól eltekintve) jelentősen nő az egyes feladatok megoldásában elért átlageredmény. Ugyanakkor csökken az egyes feladatokon belül a részmegoldások közötti különbség.

Ha kiszámítjuk, hogy milyen összefüggés van az 5. és a 8. osztályos tanulók feladatonkénti eredményei között, akkor 0,643-es korrelációs együtthatót kapunk.⁷ Ha a helyes részmegoldások, itemek (pontszámok) alap-

ján végezzük el a számítást, akkor 0,565 a kapott korrelációs együttható.⁸ Mindkét esetben azt jelzik ezek az adatok, hogy az adott feltételek mellett szoros összefüggés van a 8. osztályos tanulók által elért eredmények és a tanulók korábbi előismeretei között; vagyis az előismeretek jelentősen meghatározzák a 8. osztályban elért eredményeket. A vizsgálat eredményei, megerősítették a hipotézisként megfogalmazott összefüggést.

Egy didaktikai paradoxon

Meglepőnek, ellentmondásosnak tűnik, hogy az 5. osztályos tanulók a 3. feladat megoldásában jobb (37,15 %-os) átlageredményt értek el, mint a 8. osztályos tanulók (29,29 %). A feladat megoldása során a tanulóknak a lejtőn egyensúlyban tartott kiskocsira ható egyensúlyozó erőt kellett összehasonlítaniuk a kiskocsi súlyával. A tanulók teljesítményében mutatkozó paradoxonra akkor kaphatunk magyarázatot, ha részletesen is számbavesszük, hogy milyen válaszokat adtak a feladat kérdésére az 5. és a 8. osztályos tanulók (4. táblázat).

	5. osztály	8. osztály
A tanulók száma	288	297
$F_1 < F_2$ (helyes megoldás)	37,15 %	29,29 %
$F_1 = F_2$	16,32 %	39,73 %
$F_1 > F_2$	25,00 %	29,29 %
Hiányzik a megoldás	21,53 %	1,69 %

4. táblázat

Az 5. osztályos tanulók egy része feltehetően a köznapi tapasztalatok alapján adott helyes megoldást. Bizonyára voltak olyan tanulók is, akik a véletlen választás révén értek el jó eredményt. Elvileg a 8. osztályosok is

⁷Ágoston György - Nagy József - Orosz Sándor: i. m. 293., 321. o. - Fercsik János: Pedagogometria. VEAB - OOK., Veszprém, 1982., 677. o. - A korrelációs együttható táblázatbeli kritikus értéke 5 %-os valószínűségi szint mellett 0,632. Az összefüggés szignifikáns.

⁸A korrelációs együttható táblázatbeli kritikus értéke 15 %-os valószínűségi szint mellett 0,497. Az összefüggés szignifikáns.

ugyanilyen teljesítményt érhetek volna el, ha válaszaikat csak e két tényező befolyásolja. A tényleges eredmény azonban ennél gyengébb. A teljesítménycsökkenés megítélésünk szerint a következőkre vezethető vissza.

A helyes válaszadáshoz a 8. osztályos tanulók azt, az időközben megismert összefüggést alkalmazhatták, mely szerint *az egyensúlyozó erő a lejtőn mindig kisebb, mint a test súlya; illetve a lejtőn a test súlyánál kisebb erővel húzhatjuk vagy tolhatjuk fel a testet.*⁹ Ez az ismeret azonban nem tér vissza ismételten a tananyagban, így nem nyer kellő mértékű megerősítést.

Ugyancsak megismerkedtek időközben a 8. osztályos tanulók azzal is, hogy *ha a test egyensúlyban van, akkor a testet érő erőhatások kiegyenlítik egymást.*¹⁰ Ezt az ismeretet sokkal többször hallották, alkalmazták a tanulók fizikai tanulmányaik során, mint a lejtővel kapcsolatos, előbb idézett összefüggést. Ebben a megfogalmazásban is az egyensúly feltételéről van szó, mint a 3. feladatban. Így nagyon „kézenfekvő” volt ennek az ismeretnek az alkalmazása azon tanulók számára, akik csak erre az összefüggésre emlékeztek, vagy akik felületesen olvasták el a feladat szövegét.

Természetesen, erre az esetre is érvényes a fenti összefüggés, de nem az egyensúlyozó erő és a kiskocsi súlya „egyenlíti ki egymást”. Ahogy a lejtővel kapcsolatosan megismerhették a tanulók, az egyensúlyozó erő kisebb, mint a kiskocsi súlya.

⁹Halász Tibor és szerzőtársai: Fizika 7. Munkatankönyv az általános iskola 7. osztálya számára. Hatodik, átdolgozott kiadás. Tankönyvkiadó, Bp., 1984., 138. o.; Csákány Antalné - Károlyházy Frigyes: Fizika 6. Munkatankönyv az általános iskola 6. osztály számára. Tankönyvkiadó, Bp., 1988., 7. o.

¹⁰Halász Tibor és szerzőtársai: Fizika 6. Munkatankönyv az általános iskola 6. osztálya számára. Hatodik, átdolgozott kiadás. Tankönyvkiadó, Bp., 1983., 38. o.; Csákány Antalné - Károlyházy Frigyes: Fizika 6. Munkatankönyv az általános iskola 6. osztály számára. Tankönyvkiadó, Bp., 1982., 117. o.

Metodikai javaslatok

Az új anyag feldolgozása előtt célszerű tájékozódunk arról, hogy milyen előismeretekkel rendelkeznek tanulóink az adott tananyaggal kapcsolatosan. Ezáltal elkerülhetjük a felesleges „újratanítást”, ami nemcsak idővesztéséget jelent, hanem csökkenti a tanulók érdeklődését is. Ugyanakkor sokoldalúan felhasználhatók a tanulók előismeretei a tananyag feldolgozása során, ami pozitívan befolyásolja a tanulók fizika iránti motivációját.

Célszerű gondoskodnunk azoknak az ismereteknek az ismétléséről, gyakorlásáról is, amelyek a tananyag természete, felépítése miatt nem kerülnek ismételten megerősítésre, felhasználásra.

Javasoljuk a lejtővel kapcsolatosan annak kísérleti bemutatását és konkrét példákkal történő, ismételt megerősítését, hogy az egyensúlyozó erő kisebb, mint a test súlya.

Nagymihály Tünde

Néhány gondolat az elektromosságtan alapfokú tanításáról egy felmérés kapcsán

Hajon mennyire alkalmazni kész tudás a mai magyar általános iskolás gyerekek fizikai tudásanyaga, kicsit szűkebben az elektromosságtani tudásanyaga?

Két irányból vizsgáljuk meg a kérdést: először is az, amit maguk a gyerekek vetettek fel, a gyakorlati alkalmazások területe. Természetesen ez a fogalom nagyon sok mindent takar. Kezdjük talán a legkézenfekvőbbeknél, mint például a legegyszerűbb háztartási eszközök működése. Ezekhez azonnal csatlakozik a balesetvédelmi szabályok ismertetése, persze mindez eléggé távan értelmezve. Ez egy olyan terület, amelyet nem hangsúlyozhatunk elégszer, éppen a gyerekek érdekében. Mindez azonban nemcsak a hétköznapi életünk részeként fontos, hanem ahhoz is elengedhetetlenül szükséges, hogy az órai kísérletezést biztonságossá tegyük. Itt érkezünk el a kísérletek fontosságához. A gyerekek örömmel veszik az újabb és újabb feladatokat, nagy lelkesedéssel vetik bele magukat az órai kísérletek nagy feladatába. De ez csak akkor eredményes, ha a feladatukat megfelelő módon tudják elvégezni az előzetes megbeszélések alapján. Fontos, hogy a gyerek ne akkor találkozzon először a tiltásokkal, és főként ne úgy, hogy: Nem szabad! Jogos igényük az, hogy tudják miért nem szabad, milyen hatása lenne, ha... Ha megfelelő módon előkészítjük őket ezekre a dolgokra, akkor nyugodtabban kísérhetjük végig az óra menetét, sokkal eredményesebben tudjuk elvégezni a kísérleteket, hiszen a gyerekeknek érdekes problémákat vet fel egy áramkör összeállítása, a kapcsolási rajzok használata. Értelmét látják az ilyen tanulásnak, érdekes a

számukra, és nem utolsó sorban megkönnyíti számukra a tanulást.

A másik fontos irány pedig a középiskolai továbbtanulás alapozásának területe. Az általános iskolások jó része továbbtanul, ahol szüksége van a korábbi, az általános iskolában megtanult(?) ismereteire. A kérdés: mennyire lehet ezekre az ismeretekre építeni? Alapnak tekinthető-e az innen hozott tudás? Alkalmos-e arra, hogy erre építsük fel az elég sok ismeretanyagot felölelő, így sokszor nehéznek bizonyuló középiskolai anyagot? A gyerekek tudása csak egyszerű memoriter jelleggel megtanult ismereteket takar, vagy talán alkalmazni kész tudást is tartalmaz? Ezek a kérdések joggal felvetődő problémák, melyekre többféle úton is megkaphatjuk a választ, mint például egy dolgozat illetve felmérők megíratása, vagy szóbeli számonkérés segítségével. Ezen lehetőségek közül mi az írásbeli felmérést választottuk.

Három kérdéscsoportot állítottam össze: általános iskola 4., 7., 8. és középiskola 2. osztálya számára. A választások oka a következő: 4. osztályosoknál a gyerekek prefizikális ismereteire voltam kíváncsi. A 7. osztályosok a teszt megírása idején (március) már túl voltak az első elektromosságtani részen, a 8. osztály a második résszel is végzett, tehát náluk az egész általános iskolai elektromosságtani ismerete felmérhető. A 2. gimnazisták pedig gimnáziumban még nem tanultak elektromosságtant, tudásanyaguk tehát a nyolcadikosokéval kellene, hogy megegyezzen. Ennek megfelelően a gimnazisták kérdései a 8. osztályosok kérdéseivel azonosak.

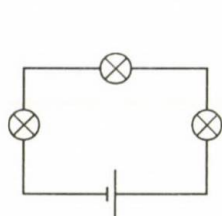
A feltett kérdések:

4. osztály

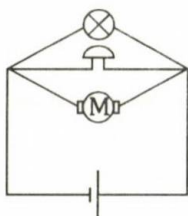
1. Mit jelent neked az a kifejezés, hogy elektromos áram?
2. Milyen hatásait ismered az elektromos áramnak?
Hogyan hasznosítjuk, használjuk az elektromos áramot?

7. osztály

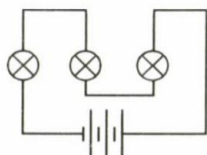
1. Mennyire szereted a fizikát? Osztályozd 1-től 5-ig a következő témaköröket!
Mozgások
Erővel kapcsolatos ismeretek
Halmazállapot-változások
Elektromosságtan
Miért?
2. Mit nevezünk elektromos áramnak?
3. Milyen szabályokat, törvényszerűségeket ismersz az elektromos árammal kapcsolatban?
4. Hogyan lehet áramkörbe fogyasztókat kapcsolni? Állapítsd meg, hogyan vannak kapcsolva a rajzokon a fogyasztók!



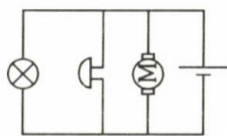
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

5. Mit nevezünk elektromos ellenállásnak?
Mitől függ a vezető ellenállása?
6. Milyen hatásait ismered az elektromos áramnak?
Hogyan hasznosítjuk az elektromos áramot?

8. osztály - középiskola II. osztály

1. Mennyire szereted a fizikát? Osztályozd 1-től 5-ig a következő témaköröket!
Mozgások
Erővel kapcsolatos ismeretek
Halmazállapot-változások
Elektromosságtan
Miért?
2. Mit nevezünk elektromos áramnak?
3. Milyen szabályokat, törvényszerűségeket ismersz az elektromos árammal kapcsolatban?
4. Milyen hatásai vannak az elektromos áramnak?
Hogyan hasznosítjuk az elektromos áramot?
5. Milyen áramot nevezünk váltakozó áramnak?
6. Mi a transzformátor, hogyan működik?

Az osztályok kiválasztásánál egyetlen fontos szempont az volt, hogy átlagos osztályok legyenek. Az általános iskolai osztályok egy Szeged környéki község egyetlen általános iskolájából valók. Az iskolában minden évfolyamon két osztály van, az egyik osztály órán, a másik pedig otthon, kontroll-csoportként írta meg a felmérést. Annak kiválasztása, hogy melyik osztály írja órán illetve melyik írja otthon, teljesen véletlenszerű volt.

Az iskolában az összes fizikaórát egyetlen pedagógus tartja, tehát ilyen irányú, személyéből adódó különbség nem lehet az osztályok között.

A két gimnáziumi osztály ugyanazon szegedi gimnáziumból való, általános tantervű osztályok, tagozatoktól mentesen. Mivel szegedi gimnáziumról van szó, a gyerekek eléggé különböző helyekről jöttek, a város különböző általános iskoláitól kezdve a környező községek iskoláiig. Ez azt is jelenti, hogy a magukkal hozott tudásanyag is eléggé különböző lehet. Természetesen itt is véletlenszerűen választottuk ki, hogy melyik osztály írja órán illetve melyik írja otthon e felmérést.

Nézzük meg tehát a válaszok alapján, hogy milyen kép alakult ki a gyerekekben a fizikáról illetve az elektromosságtanról. A hetedik osztályosok az eredmények szerint még szeretik az elektromosságtani részeket, „Mert az étellel szorosan összefüggő dolgokat magyarázza.” vagy „Mert majdnem minden órán a tanár néni kísérleteket mutat be, ami nagyon érdekes.”. A válaszok alapján két dolgot kell kiemelni:

1. Nagyon fontos a gyerekek számára, hogy *életszerű, az életükkel összefüggő dolgokat lássanak*. Jogos igényük az, hogy tudják mit miért tanulnak, hogy *lássák az értelmét, célját, hasznát munkájuknak*. Célszerű tehát a fizikát nagyon sok életből vett példával, mindennapi tapasztalattal oktatni.

2. Nem kevésbé fontos a *kísérletek alkalmazása*. Életkori sajátosság is ennek az igénye, de jól szolgálja az érdeklődés felkeltését, motivációt, a jelenségek reprodukcióját és nem utolsósorban az alkalmazást is.

A teszt harmadik kérdése összefoglaló jellegű, átfogó ismereteket igénylő kérdés. Meglepően kevés a jó válasz, 3-7 % mindössze ami elfogadható.

Általában jellemző a gyerekekre, hogy a „szabály”, „törvény” szó nekik nem fizikai törvényt jelent, hanem pl. a következő „balesetvédelmi szabályt”:

- Nem szabad a konnektorba nyúlni!
- Vizes kézzel nem lehet semmilyen elektromos tárgyhoz hozzányúlni!

Nagyon sok gyereknek még ezt sem juttatja eszébe a kérdés: nem válaszolt 40 %! A tanítás során fontosnak tartom kiemelni a törvények, törvényszerűségek létét, felismerését. Ennek lehetősége, ha mind többször elmondjuk: azért nevezzük „törvényszerűnek” valamely jelenség létrejöttét, lejátszódását, mert akárhányszor figyelünk meg hasonló jelenséget, mindig ugyanazt tapasztaljuk. Ezért kelle-ne újra és újra kiemelni, tudatosítani a törvények fontosságát.

A negyedik kérdés egyszerű ismeretet és annak alkalmazni tudását kéri számon. A jó válaszok aránya 66-80 %. Sok gyereknél láthattuk, hogy az ismerete megvan, de alkalmazni már sajnos nem tudja. Így viszont megkérdőjelezhető az ilyen ismeretközlés, ismeretsajátítás értelme!

Néhány meghökkentő példa:

1. ábra – vízszintes kapcsolás,
2. ábra – elágazó, rossz kapcsolás,
3. ábra – függőleges, párhuzamos, egyenes kapcsolás,
4. ábra – soros, merőleges kapcsolás.

A „furcsaságok” alapján azt hiszem, ki-mondhatjuk: fontos, hogy amit csak lehet, tegyünk szemléletessé. A szemléletesség viszont csak akkor válik hatékony eszközzé, ha tartalommal töltjük meg. Így például a „párhuzamos kapcsolás” nem azért „párhuzamos”, mert „párhuzamos” szakaszokkal ábrázoljuk, hanem azért, mert a fogyasztók egymástól függetlenül, azaz a köznapi értelemben is „párhuzamosan” működtethetők.

A nyolcadik osztályosoknál feltűnő, hogy a fizika szeretete már nem annyira egyértelmű. Az indoklások közül néhány:

- „Mert szerintem nagyon nehéz.”
- „Az érdekes kísérletek miatt szeretem, de sajnos nehéz az elmélet.”

A II-os gimnazisták elektromosságtani ismerete mindössze annyi, amennyire a 8. osztályból emlékeznek. Ez pedig, mint látni fog-

juk, elég kevés. Hozzájárul még az is, hogy az osztálynak eléggé „fizikaellenes” a hangulata, ami nagyrészt az őket tanító pedagógusnak köszönhető. Elszomorító a helyzet a fizika szertete kérdésnél: a mozgások 2,76-2,00, az erővel kapcsolatos ismeretek 2,43-1,72 (!), a halmazállapot-változások 2,83-2,12, az elektromosságtan pedig 2,53-2,00 átlagot kapott. A legmegdöbbentőbb az erővel kapcsolatos ismeretekre adott 1,72-os átlag!

A „Miért?” kérdésre sok-sok érdekes választ kaptam, íme belőlük néhány:

- Egyáltalában nem szeretem a fizikát, lehet hogy azért, mert nem értem.
- Mert nem látom át. A fizika hozzám több ezer km-re van.
- Nem mindig tudom megérteni a fizikát. Szerintem sok olyan dolgot tanulunk, ami

túlbonyolítja az egészet.

- Nem értem, miért kell ezeket tudnom? Kevés a valószínűsége, hogy szükségem lesz a fizikai tudományomra.
- A mozgással kapcsolatos dolgokat könnyebben el tudom képzelni, de még könnyebb lenne, ha kísérleteznénk is.
- Nem érdekes. (Legalábbis nem úgy adják elő.)

Azt hiszem, ezen tallózás mindent elmond a problémákról – amiket nem lehet elégszer hangsúlyozni – a kísérletek hiánya, az érdekessé tett előadásmód hiánya, a tanulás értelmének, céljának nemlátása. A fizika tanításának eredményesebbé tétele érdekében tehát van teendőnk bőven.

Bonifert Domonkosné dr.

Tallózás külföldi tankönyvekben

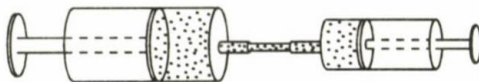
(A demonstration handbook for physics - G.D. Freier, F.J. Anderson USA, 1983)

Néhány egyszerű kísérlet bemutatása a fent jelzett kézikönyvből.

Erő és nyomás

A rajzon látható módon összekötünk két különböző keresztmetszetű injekciós fecskendőt. Mindkét fecskendő részben vízzel van töltve. A tanulók jól érzékelhető módon megállapíthatják erőkiejtéseiket, ha a nagy keresztmetszetű, illetve ha a kis keresztmetszetű fecskendő dugattyúját akarják benyomni. Versenyezhetnek is! Az egyik tanuló a nagy, a másik a kis keresztmetszetű dugattyút nyomja. Az

utóbbi fogja a nagy keresztmetszetű dugattyút hátrafelé elnyomni.

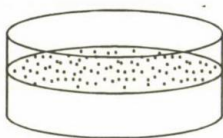


Felületi feszültség

Egy vízzel telt üvegcádban a víz felszínére finom fűrészpórt szórunk, majd a kádat az írásvetítőre helyezzük, hogy a felületet kivetíthessük.

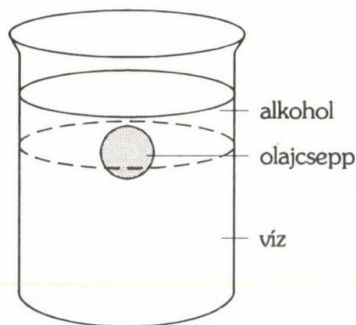
Egy darabka szappannal a víz felszínét megérintjük. A víz-szappan érintkezési helyén

létrejött szappanhártya hirtelen szétterül a víz egész felszínére, miközben – a megváltozott felületi feszültség miatt – a fűrészporszemcséket maga előtt tolja az edény faláig.



Gömb alakú olajcsepp

Egymásra rétegezzük vizet és alkoholt az ábra szerint. A rétegezés könnyebben megvalósítható, ha az alkoholt egy üvegpálca mentén csurgatjuk a vízre. E folyadékban van olyan tartomány, melynek sűrűsége éppen egyenlő az olívaolaj sűrűségével. Ha tehát olívaolajat cseppentünk a keverékbe, akkor az olaj addig a mélységig süllyed, amíg a vele egyenlő sűrűségű tartományba nem ér. Itt lebegni fog és a felületi feszültség miatt gömb alakot vesz fel.



Munka és hő

Egy kb. 1 m hosszú üvegcsövet megtöltünk 1/3 térfogatrészig nagyon apró söréttel. Megmérjük a sörétes rész hőmérsékletét. A csövet ezután százszor 180°-os szögben megforgatjuk és az utolsó forgatás után ismét

megmérjük a sörétek hőmérsékletét. A hőmérséklet kb. 2 °C-kal emelkedett.

Helyezzük a sörétmennyiséget egy kis vászonzacskóba! Mérjük meg a hőmérsékletét, majd a zacskót lezárva ejtsük le kb. 1 m magasból száz alkalommal egymás után. Újabb hőmérsékletmérést végezve ismét kb. 2 °C-os melegedést tapasztalunk.



Gáztörvény igazolása injekciós fecskendővel

Egy nagyméretű orvosi fecskendő kivezető nyílását bedugaszoljuk úgy, hogy bizonyos mennyiségű gáz legyen a fecskendőben. A bezárt gáz térfogata leolvasható a fecskendő skálájáról. A dugattyú felületének meghatározása után

$$\left(\text{felület} = \frac{\text{a gáz térfogata}}{\text{a gázoszlop magassága}} \right)$$

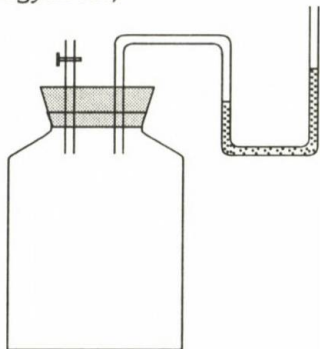

egy adott nyomóerő esetén a nyomás meghatározható. A nyomóerőt a fecskendő függőleges helyzetében a dugattyúra helyezett ismert súlyú nehezékek szolgáltatják. A gáz hőmérséklete megegyezik a szobahőmérséklettel. A készülék különösen jól működik, ha a $p_i V_i$ szorzatok különbségét képezzük (hiszen a kezdeti mérések pontatlansága kiküszöbölődik).

Ha CO_2 -gázt alkalmazunk a fecskendőben, akkor a rendszer adiabatikusan tágítható vagy összenyomható, és a fázisváltozás megfigyelhető.

A Clement-Desormes kísérlet

Egy nagyméretű üvegedényt jól záró dugóval lezárunk. A dugóba egy Hg-manométert és egy csappal ellátott üvegcsövet építünk. Az üvegcsövön keresztül úgy töltünk meg gázzal, hogy egynéhány higanycentiméteres túlnyomás legyen az üvegben. (Az üvegedény gázzal

való megtöltése után egy kis ideig várunk, hogy a gáz szobahőmérsékleten egyensúlyi állapotot vegyen fel.)



Ezután megnyitjuk az üvegcső csapját és a gázt adiabatikusan addig áramoltatjuk ki a palackból, amíg nyomása a külső légnyomást el nem éri. Ekkor a csapot azonnal elzárjuk. Az adiabatikusan lehűlt gáz egy rövid idő után ismét felveszi a szobahőmérsékletet és nyomása megnő, amit a manométer jelez. Ez az új nyomásemelkedés azonban mindig kisebb, mint az eredeti túlnyomás volt. A túlnyomások hányadosa kapcsolatos a gáz kétféle fajhőjének viszonyával.

Gázok elasztikus tulajdonságai

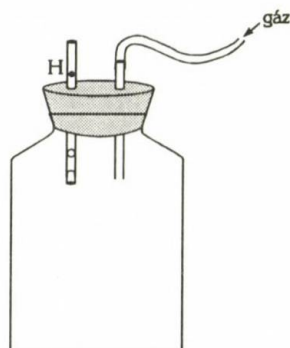
Egy kb. kétliteres, széles szájú üvegedénybe egy precízen készített 1/2 inch (1,27 cm) átmérőjű üvegcsövet illesztünk egy dugón keresztül. Az üvegcsőbe jól illeszkedő, 1/2 inch átmérőjű csapágygolyót helyezünk. (A csapágygolyót HCl-oldatban marassuk a jó illeszkedés céljából, ha ez szükséges!) Az üvegcső alját egy átfúrt dugóval zárjuk be. Így módon a gáz a palackból az üvegcsőbe tud jutni, ugyanakkor a golyó az üvegcsőből nem tud kiesni. Az üvegcsőbe – közvetlenül a palack dugója felett – egy kis lyukat fúrunk (H).

A palack nyílását elzáró dugóba az üvegcső mellett egy másik, keskenyebb üvegcső is be van építve. Ezen keresztül, lassan gázt eresztünk a palackba. A gáz felemeli a szélesebb üvegcsőben lévő golyót, s mikor az eléri a csővön levő kis nyílást (H), megnyílik a gáz útja a

nyíláson keresztül a szabadba. A kiáramlás gyorsabb lévén, mint a gáz beáramlása, a golyó visszaesik a csőben és komprimálja a palackban lévő gázt. A kompresszió adiabatikus,

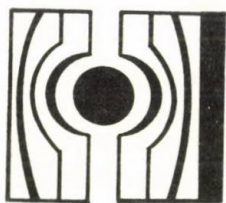
tehát $\kappa = \frac{c_p}{c_v}$ hányadostól függ. A rendszer

(értsd: a golyó a csőben) periodikusan emelkedik ill. süllyed, vagyis oszcillál. Az oszcillálás frekvenciája κ -tól függ. He-gáz gyors, míg freongáz nagyon lassú oszcillációt szolgáltat.



A fenti kísérletet bővíthetjük, ha több golyót alkalmazunk, s ezek oszcillációját oszcilloszkópra is vihetjük az alábbiak értelmében.

Egy precízen elkészített 1 inch (= 2,54 cm) átmérőjű és kb. 1 láb (= 30,48 cm) hosszú üvegcsövet dugón keresztül egy ötliteres üvegballonba illesztünk. 3 db 1 inch átmérőjű golyót helyezünk a csőbe. Hogy a golyók a csőből ki ne essenek, a cső aljába egy rugót építünk be. A cső dugóból kiálló végébe, közvetlenül a dugó felett, egymással szemben két, 0,086 inch átmérőjű lyukat fúrunk. A ballon dugójába az előbb említett üvegcsővön kívül egy levegőt beeresztő csövet, valamint egy termisztor vezetékeit (a termisztorral) építjük be. A termisztor kivezetéseit erősítőn keresztül az oszcilloszkópra visszük. Ha levegőt fújunk be egyenletesen a ballonba, akkor a levegő felemeli a csőben a golyókat. Ha a golyók a H nyílás fölé emelkedtek, a fölösleges levegő kiáramlik a tartályból és a golyók visszaesnek, miközben a levegőt adiabatikusan komprimálja a ballonban. Az oszcilloszkópon a levegő hőmérséklet-változása látható.



Álarc és páncél nélkül Erdélyi Sándor megemlékezése Fényes Imre professzorról¹¹

„Éltem, bár nem akarták, hogy éljek.

*Dolgoztam bár nem hagyták
hogy dolgozzam.*

Meghaltam. Mi mást tehettem volna.

Bocsássátok meg minden jószágomat.”

(Kassák Lajos)

1917-ben született a Bihar vármegyei Kőtegyánban, régi nemesi családból, amely korábban már – többek között – Fényes Elekre, a magyar statisztika atyjára, majd Fényes Lászlóra is büszke lehetett. Innen, e határ menti kis faluból hozta magával azt az erkölcsiséget, amely sem a nemzetiségi gyűlölködést, sem az antiszemitizmust nem ismerte. Itt járt elemi iskolába, de gimnáziumi éveit is ezen a vidéken töltötte. Előbb Békéscsabán, majd a szeghalmi Péter András Gimnáziumban tanult. Ez utóbbit - visszatekintve - sorsdöntőnek tekintette élete alakulásában.

Egyetemi tanulmányait Budapesten, Debrecenben és Kolozsvárott végezte. Karrierje korán, fényesen ívelt föl. Talán végzetes gyorsasággal is. Hiszen 28 évesen már egyetemi nyilvános rendes tanár, a kolozsvári Tudományegyetem Elméleti Fizikai Tanszékének a vezetője. Híres professzortársa, a pszichológus Harkai-Schiller Pál egyik budapesti útja alkalmával lelkesen nyilatkozta fiatal kollégájáról: „A 29 éves Fényes Imre professzor az atom elméletének egy régen vitatott problémáját oldotta meg... ami azt jelenti, hogy megtalálta az összefüggést a hullámmechanikai és statisztikus atomelmélet között. Ez olyan nagy ered-

mény, hogy esetleg Nobel-díjra is jelölik majd érte.” 1946-ot írunk. Ekkorra azonban itthon élő, kelet-európai tudósnak már aligha volt reális esélye e kitüntetésre. Harkai-Schiller Pál nyilvánvalóan jószándékú, de taktikailag nem éppen szerencsés kijelentése a fővárosi lapban, úgy tűnik, az ellenkező hatást váltotta ki. Sokak egybehangó véleménye szerint ugyanis ez indította el azt a megaláztatások sorozatával járó szakmai irigység hullámot, amely Fényes Imre egész pályafutását végigkísérte, megkeserítette.

1950-ben a magyar kormány hívására Debrecenbe települt át, az utolsók között hagyván el a felszámolásra, halálra ítélt kolozsvári magyar egyetemet. Debrecenben 1953-ig irányította az Elméleti Fizikai Tanszék munkáját, bekapcsolva az intézetet az élvonalbeli kutatások és a nemzetközi érdeklődés áramába. Akkori tudományos kapcsolatai szinte az egész világra kiterjedtek: Amerikától Európán át Tasmániáig érdeklődtek munkái iránt, amit hátrahagyott levelezése is tanúsít. Ez, úgy látszik, már túl soknak bizonyult: teljesen váratlanul - mint önálló vezetésre alkalmatlan „kádert” - áthelyezték a budapesti Eötvös Lóránd Tudományegyetemre, visszaminősítették docensnek és csak 1960-ban kapott újra professzori kinevezést. Tanszéket, kinevezett munkatársakat – egyáltalán: méltányos, a pályatársaiével egyenlő kutatási feltételeket – azonban már soha. Mesterségesen létrehozott és fenntartott elszigeteltségében is szenvedélyes érdeklődéssel és kitartással dolgozott 1977-ben bekövetkezett váratlan, tragikus korai haláláig.

¹¹ Megjelent az Új Magyarország 1994. november 14-i számában

Az egyik legeredetibb, legmélyebb gondolkodású természettudósunk volt. Munkáiban kezdettől fogva megnyilvánult alkotói karakterének néhány meghatározó vonása. A rendte-remtés igénye és képessége, az önálló meglátás, az a készsége, hogy komoly, nagy horde-rejű problémákkal foglalkozzon. Már első dolgozatában (doktori értekezés) alapvető kérdést tisztázott: a statisztikus atommodellnek a kvantummechanikai többtestproblémával való kapcsolatát. Figyelme ezután a kvantummechanika elvi alapjainak a felderítésére irányult. A kvantumelméletet megalapozó Heisenberg-és Schrödinger-dolgozatok után ugyanis igen sok tisztázandó probléma merült fel, s a kutatások egyrészt az új elmélet hatóképességének kipróbálására, másrészt az elvi alapok tisztázására, illetve fizikai és filozófiai interpretálására koncentráltak. Fényes Imre teljesen újszerű elgondolása az volt, hogy az úgynevezett „rejtett paraméterek” bevezetésével már egy klasszikus valószínűségi elmélet valószínűségi jellege sem szüntethető meg, még kevésbé a kvantumelméleté, vagyis hogy az általában vett és a mikrofizikai véletlen lényegében azonos és objektív jellegű. A kvantumelmélet legfőbb jellemzője nem a kvantumszerűség, hanem hogy általa – a fizika történetében először – objektív tényezőként lép fel a véletlen. 1952-ben jelent meg A kvantummechanika valószínűségelméleti megalapozása és interpretációja című dolgozata, amely egyszerűen meghozta számára a világhírnevet (Fényes-Weizel theory). Nagy vihar kerekedett műve körül, számtalan helyen idézik, vitatkoznak vele és hivatkoznak rá, Heisenberg-től Pauli-ig, hogy csak a legismertebbeket említsem. Itt kell megjegyezni, hogy ez a dolgozata, miként a többi alapvető cikke is, a Nobel-díjas Max von Laue lapjában, a Zeitschrift für Physikben jelent meg, amely abban az időben a világ talán legfontosabb fizikai folyóirata volt. Eredményeit igen sok filozófiai munka is tárgyalja.

Tudománytörténeti érdekesség, hogy 1974-ben Heisenberggel együtt őt kérték fel egy kvantumelméleti szemináriumsorozat vezetésére. A kéthetes dubrovnikai találkozó igazi „csemegéje” volt, hogy a két – egyébként különböző meggyőződésű, de egymást tisztelő – tudós párhuzamosan fejthette ki nézeteit a kvantumelmélet elvi kérdéseiről, illetve interpretációjáról.

Fényes professzor termodinamikai kutatásai szintén alapvetőek. Az irreverzibilis termodinamikáról ő tartott először előadást Magyarországon (MTA, 1950) és írt – a világon is az elsők között – könyvet róla (A termodinamika alapjai, Bp. 1952), sok vonatkozásban messze megelőzve korát. A könyvet néhány jelentéktelen, kijavítható formai hiba ürügyén zúzdába küldték. Egy-két fennmaradt példánya féltve őrzött kincs, kor- és tudománytörténeti dokumentum. Abban az időben a hazai szakemberek többsége még hallomásból sem igen ismerte ezt az új diszciplínát, amelynek világos fogalmi rendszere, elvi alapjainak lerakása jó részt Fényes Imrének köszönhető. Eredményei lehetőssévé tették a termodinamikai folyamatok időbeli lefutásának a leírását. Felfedezte az úgynevezett „oszcillációs effektust”, a termodinamikai egyensúly beállításának valódi mechanizmusát, valamint korrigálta a Helmholtz és Pauli által megadott variációs elvet, és megmutatta az eljárás irreverzibilis esetre való kiterjesztését is (Helmholtz-Fényes-elv).

Soha nem írt érdektelen dologról, soha nem írt, ha nem volt érdeklődésre számotartató, újszerű mondanivalója. Az erkölcsi indíték, a morális hajtóerő elsőrendű, meghatározó tényező volt a számára. A publikációk számára pusztán öncélú és önigazoló gyarapítását ezért károsnak, erkölcsstelennek tartotta és elítélte. „Talán furcsán hangzik, de véleményem szerint a kutatói tevékenység nem elsősorban a logikai készséggel, az okossággal függ össze, hanem – erkölcsi tulajdonság. Ha valaki tudo-

mányos pályára készül, mindenekelőtt erkölcsi alappal kell rendelkeznie.” – nyilatkozta az Új írás 1973. januári számában.

Vallotta az egész életével bizonyította, hogy a megismerés, a kutatás nem állhat meg önmagában, nem lehet öncélú, mert elválaszthatatlan tőle az ismeretközlés belső kényszere, kötelessége, a felismert összefüggések másokkal való megosztásának lelkesült öröme. Az ismeretközlés itt nem elsősorban a szűkebb szakmának szánt, szigorú matematikai formába öntött tudományos közleményt jelenti, hanem a szó legtagabb értelmében vett tanítást az egyetemi katedrán éppúgy, mint a filozófiai általánosításokig emelkedő – szakmabelieknek és az igazi tudásra vágyók széles körének egyaránt szóló – könyvek, cikkek lapjain.

Fényes professzor szilárdan hitt az emberek javíthatóságában, az általában vett nevelés – és speciálisan természettudományos nevelés – minden látszólagos sikertelenség ellenére is pozitív eredményében. És nem kevésbé abban, hogy nincs közölhetetlen, kizárólag „felsőbbrendű elmék” számára hozzáférhető tuzdás. Az ismeret, ha annak igazán a birtokában vagyunk, közkinccsé tehető. „Sem pedagógiai, sem kutatói optimizmusomat soha semmi, a legsúlyosabb kudarc sem ingathatta meg” – mondta az imént említett interjúban. „Mind a pedagógusi, mind a kutatói tevékenység örökös kísérletezés; ha valami nem sikerült így, talán sikerül majd úgy, s ha úgy sem, talán amúgy. Sem a kutatást, sem a nevelést nem lehet abbahagyni; minden kudarc után lehet, érdemes újra kezdeni.”

Kutatói-pedagógiai tevékenységében az elszigetelt ismeretek közti kapcsolatteremtés igényéből indult ki, a dolgok természetének megfelelő egységben, rendben látta és láttatta a fizika törvényeit, az egyszeri jelenségeket mindig az általánoshoz, a törvényszerűhöz viszonyítva. Rendkívül széles műveltségű humanista és tipikusan szintetizáló elme volt, aki

számára még a tudományok „humaniórákra” és „reáliákra” való felosztása is vulgárisnak és erőltetettnek tűnt. Nincs „két kultúra”, csakis egységes emberi kultúráról lehet beszélni – vallotta, s maga is mindvégig ennek a szellemében alkotott, tevékenykedett.

Utolsó, az egzakt fogalmi gondolkodás kialakulásáról írt psoztumusz könyve (A fizika eredete, Bp, 1980) szintézis: egy nagyon jelentős gondolkodó természettudományos és filozófiai megállapításait összegezi, s egyben új felismerésekkel is gazdagítja a fizikát.

Fényes Imre professzor jellemét, emberi tulajdonságait tekintve, azt hiszem, hogy még az irigyei – ellenségei? – között sem igen akadt olyan, aki őszinte pillanataiban rosszat mondott volna róla. Elvi igényessége, szigora ugyanis szeretettel, megértéssel és sugárzó emberi melegséggel párosult. Sokszor meglepett azzal, hogy mások ötleteit percekben belül már jobban értette, mint a kitalálójuk. Megfigyeltem, hogy ha vitapartnerénél sokkal többet tudott a szóban forgó témáról – ami igen gyakran előfordult – szinte szégyellte és melegegőzött, nehogy zavarba hozza, vagy fölényével akaratlanul is megbántsa az illetőt. Űgy tudott adni – szellemi, anyagit egyaránt –, mintha ő kapott volna, és ő tartozna köszönettel. És mindezt mindig a legtermészetesebb módon tette.

Nézegetem a róla készült fényképeket. Az eleven arcjáték változatai lényegében mindig két alaphelyzetet tükröznek: figyel vagy magyaráz. Minden gesztusa harmonikus, étellel teli és fegyelmzett. A képeken lezser pulóverekben látni, kihajtott inggallérral. Nyakkendőt csak igen kivételes alkalmakkor viselt. Alapvetően derűs, jó kedélyű, játékra, viccelődésre mindig kész volt. A baráti beszélgetések közben, amelyekben szinte teljesen fel tudott oldódni, élvezettel fújta Dunhill cigarettája füstjét. Szípkázóan szellemes volt, és nemigen akadt olyan téma, amihez ne tudott volna

azonnal és a dolgok lényegére tapintva hozzászólni.

Segítőkéz volt és nagyvonalúan adakozó. Amikor Budapestre helyezték, hatszobás sashegyi szolgálati lakásának a feléről önként lemondott, hogy másoknak is jusson. Félreértés ne essék: egy fillér térítést nem kért, és nem is kapott ezért. De még köszönetet sem. Később, amikor a Fényes család máig is tartó, megalázó és méltatlan lakáskálváriája elkezdődött, már senki sem emlékezett a minisztériumban a professzor egykori – nyugodtan mondhatjuk „főúri” – gesztusára, és a vonatkozó iratoknak is nyomuk veszett.

Fényes professzor mindenkin segített, akin csak tudott, és mindenkinek megpróbált segíteni, aki hozzá fordult. Nem volt „alkalmatlan idő” a számára. Soha sem mondta senkinek, hogy most nem érek rá, majd máskor, majd alkalmasabb időben.

Nehéz körülmények között is kiállt az igaza mellett, akár tudományos meggyőződéséről, akár társadalmi, netán politikai igazságokról lett legyen is szó. Utóbbiak különösen érzékenyen érintették: mindig a gyengék, védtelenek, vagy az éppenséggel üldözöttek oldalán találhattuk. Már fiatal tanársegédként, a válást, a származást vizslató igazoltatások sötét korszakában is szembeszegült a hatóságokkal, és – bár neki személy szerint nem volt félnivalója – nyilvánosan megtagadta, hogy nemzeti-ségéről, vallási vagy faji hovatartozásáról nyilatkozzék.

A hatalom nem vonzotta. Földi csúcsok, hiúság vására nem érdekelték. Nyíltan és egyenesen, álarc és páncél nélkül élt egy valóságos és átvitt értelemben is állig fölfegyverzett világban. De volt tartása, mosolygós szerénységében és jámborságában is szilárd emberi méltósága, és az ezekből fakadó bátorság sem hiányzott belőle. Örökké emlékezetes nap marad számomra 1972. március 15-e. Ez volt az

első nagy diákmegmozdulás az 56-ot követő kegyetlen terror és megtorlás után. Emlékszem, a Mátyás-pince ruhatárából hívtam fel sashegyi otthonában, hogy azonnal jöjjön, mert itt hihetetlen dolgok történnek. Este 7 körül járhatott. Habozás nélkül, az első 8-as busszal már jött is. Alighogy elvegyültünk a rendőr- és munkásőrkordonnal szemben álló, Kossuth-nótázó több ezres, lelkes diáktömegben, elszabadult a pokol. Gumibotcsapások zuhogtak, menekülők mindenfelé, hátracsavart kezű, hajuknál vonszolt fiatalok. Tanár úr nem mozdult. Szürke puhakalapjával a fején és szürke felöltőjében dermedten állt mellettem és figyelt. Láttam, szinte nem hisz a szemének. De félelemnek nyoma sem volt az arcán. Azután elindult. Nem hazafelé – bele a sűrűjébe.

És akkor ott talán csoda történt. Mert a káosz kellős közepén a nekivadult pribékek öt messze elkerülték. Mintha mi ott sem lettünk volna. Pedig nem tudhatták, kicsoda. De valami olyan rendíthetetlen nyugalom, felsőbbrendű erő sugárzott belőle, amely mintegy sugárzott belőle, amely mintegy pajzsként vett körül és oltalmazott minket. Én öt féltettem – jóllehet mindvégig én voltam láthatatlan védőszárnyai alatt. Jó lenne tudni, hogy rajta kívül még hány egyetemi professzor volt ott akkor, a diákjaival szolidaritást vállalva.

35 évet töltött három egyetem katedráin – ebből 24-et az ELTE-n – tanárok és kutatók generációit nevelve föl. És közben írt, kutatott, könyvek, cikkek, tanulmányok sorát adva közre. Az éjszaka csöndes, termékeny nyugalmat szerette. A virradat gyakran még a fotelijében találta, kis dohányzóasztala fölé hajolva, munka közben. Itt érte a végzetes szívinfarktus is egy ködös hajnalon. Vasárnap halt meg. azon a napon – november 13-án –, amely a katolikus liturgia szerint a Magyar Szentek és Boldogok emléknapja.

A szocialista rendszer, amely legfőbb értéként az embert deklarálta, őt nem tartotta elismerésekre érdemesnek. Nem volt Kossuth-díjas, az MTA nem választotta tagjai sorába. Sőt, neki még a két kézzel szórt munkaérendekből sem jutott. Mégsem ment el, jóllehet megtehetette volna: bármelyik nagy nyugati egyetem büszke lett volna rá. De a rezsimit nem tévesztette össze a hazájával, ahonnan származott, ahová szükségszerűen tartozónak érezte magát, s amelyhez teljes valójával ragaszkodott is.

Ki kell mondani, és újra és újra ki kell mondani: a 20. századi magyar természettudomány egyik legkiemelkedőbb, világraszóló tehetsége volt. Azonban hazai magyarságával, valamint kimagasló erkölcsi értékrendjével, megalkuvást nem ismerő emberi tartásával ebben a világban – miként a görög tragédiák hő-

sei is – eleve és törvénytörően bukásra volt ítélve.

Emlékének gondozása – ahogyan sok más értékes hagyományé és nemzeti kincsé is – továbbra is magánkezdeményezésekre, néhány lelkes, tettekre kész ember munkálkodására van bízva.

Hadd zárjam megemlékezésemet az azóta szintén eltávozott – mindössze 56 évet élt – Nádasdy László filmrendezőnek tanár úr halálára írt soraival: „Bizonyos: az ő szellemét a halál nem egykönnyen igázza le; a tűz, amit prométheuszi szenvedéllyel gyújtott, soká égni fog, lángja az időben elharapódzik, tisztítótüze lesz sokunknak, akik ismertük őt és szerettük, s megőrizvén híven ápoljuk emlékezetét.”

Úgy legyen.

Dr. Pintér Ferenc

Wigner Jenő (1902-1995)

1995. január 1-én 93 éves korában meghalt Wigner Jenő, magyar származású Nobel-díjas fizikus. Wigner Jenő tagja volt annak a nagy tudósgenerációnak, amely lerakta a modern fizika alapjait és döntő szerepet játszott az atommag-energia felszabadításának megvalósításában.

Wigner Jenő 1902. szeptember 17-én született Budapesten. Középiskolai tanulmányait 1912-20 között a Fasori Ágostai Hitvallású Evangélikus Főgimnáziumban végezte. A Fasori gimnázium, véleménye szerint, az ország legjobb iskolája volt, ahol a tanárok nagyon figyeltek az érdeklődő tanulókra, segítettek és igen jól tanították. Az itt oktatók különösen fontosnak tartották a diákok érdeklődésének felkeltését. Wigner Jenő sokszor elmondta, hogy a Fasori gimnáziumban nagyon



sokat tanult és nemcsak ismereteket kapott, hanem a tudomány, a tudás és a tanítás iránti halálig tartó elkötelezettséget is. Fizikára Mikola Sándor, matematikára Rátz László tanította, akiket igen nagyra becsült és tisztelt. Wigner Jenő már a gimnáziumi tanulmányai idején kitűnik matematika- és fizikatudásával. A Magyar Tudományos Akadémia által meghirdetett fizika és matematika versenyeknek többször volt győztese.

1920-ban érettségizett és egyetemi tanulmányait a budapesti Műegyetem vegyész-mérnöki karán kezdte el, majd a berlini Műegyetemen folytatta, ahol 1924-ben kapott diplomát. Doktori értekezését is itt készítette el és védte meg 1925-ben, molekulafizika témakörben. Értekezése a molekulák képződéséről szólt, még a kvantummechanika megszületése előtt.

1925-26-ban Wigner Jenő az újpesti Mauthner Bőrgyárban dolgozott vegyész-mérnöki beosztásban.

A kvantummechanikával történő találkozását így írja le:

„Titokban előfizettem a német fizikai folyóiratra, a Zeitschrift für Physikre. Ebben elkerülte figyelmemet Heisenberg cikke, de elolvastam Born és Jordan cikkét, amiben kifejtik a kvantummechanika alapvető eredményeit. Igazán el voltam ragadtatva tőle.”

Amikor 1926-ban Berlinbe hívták tanársegédnek a fizika tanszékre, véglegesen a fizika mellett döntött. Innen Göttingenbe vitt az útja (1927-28), majd újra Berlin következik (1928-1930), ahol a Műszaki Egyetem magántanára. A húszas éveket jobbára kint töltötte, de szabadsága idején sokszor látogatott haza szülei gödi házába. Itt írta a ma már klasszikusnak számító alapvető munkáját „Csoportelmélet és alkalmazása az atomszínképek kvantummechanikájában” címmel (1931).

1930-ban P. Ehrenfest ajánlása alapján meghívták az Egyesült Államokba, a Princeton-i Egyetemre, amelyet elfogadott és innen ment nyugdíjba 1971-ben.

Wigner Jenő igen gazdag képzelőerővel megáldott tudós volt, amely képzelőerő döntő szerepet játszott a magfizikai problémák megoldása során. Munkái alapvetően hozzájárultak a magreakciók elméletének kidolgozásához, elmélete alapján sikerült magyarázatot adnia az atommagok kötési energiájára és a gerjesztett állapotaira. Maradandó eredményeket ért el a szilárdtestek kvantumelméletének továbbfejlesztésében, az atom- és molekulaszínképekben mutatkozó szabályosságok értelmezésében, az elemi részek elméletében, valamint annak a lehetőségnek a felismerésében, hogy az atomreaktorok vízzel is hűthetők.

Wigner Jenő 1932-ben az elsők között ismerte fel, hogy az atommagokban a protonnal egyenlő tömegű semleges részecskéknek is kell lenniük és kimutatta, hogy az atommagot összetartó erők töltésfüggetlenek és rövid hatótávolságúak.

Igen jelentős az a felismerése, hogy a szimmetriák és a megmaradási tételek között szoros kapcsolat van: a fizikai rendszerek állapotainak minden szimmetria-transzformációja egy megmaradó mennyiséget generál. A szimmetria-transzformációk az elmélet alapegyenleteit változtatlanul hagyják, így a szimmetriák vagy invarianciaelvek kifejezés azonos értelemben használható.

Wigner Jenő alapvetően járult hozzá a kvantummechanika megértéséhez, amikor felismerte, hogy a szimmetriák sokkal alapvetőbbek a kvantummechanikában, mint a klasszikus mechanikában, és a legfontosabb fizikai mennyiségeket (energiát, lendületet, perdületet), mint szimmetriacsoportok generátorait lehet bevezetni.

Wigner Jenő magyarázta meg, mi a paritás és milyen érdekes módon jelentkezik az időtükrözési szimmetria a kvantummechanikában, nevéhez fűződik többek között a bariontöltés megmaradásának törvénye is.

A szimmetriák alkalmazása nélkülözhetetlen a molekulák, kristályok, nagyenergiájú jelenségek megértésénél. Kimutatta többek kö-

zött, hogy a bonyolult atomok energiaszintjeinek viselkedése az atomszerkezetért felelős elektromágneses erők tükrösszimmetriájának (paritás) következménye. Mindezek Wigner Jenő történelmi érdemei.

Az atomenergia felszabadításáról szóló íráskok mindegyike foglalkozik Wigner Jenő munkásságával, szerepével és azzal is, hogy Szilárd Leóval, Teller Edével és Enrico Fermivel együtt kezdeményezője volt az atombomba megalkotásának. Ma már történelmi esemény az a látogatás, amelyen 1939. július 19-én Szilárd Leóval együtt felkérték A. Einsteint Rooseveltnél elnöknek szóló híres levele megírására, amelyben felhívták Rooseveltnél elnök figyelmét arra, hogy milyen következményekkel járna, ha a németek megelőznék a szövetségeseket az atombomba előállításában. Az elnök e levél hatására hozta létre az Uránium Bizottságot (Manhattan Bizottság), amelyben Wigner Jenő is részt vett. A kutatás központja Chicagó volt, a program tudományos vezetője pedig R. Oppenheimer. Az elméleti csoport vezetésével Wigner Jenőt bízták meg. Ez a csoport a Chicagói Egyetem kohászati laboratóriumában az első atommáglya tervezésén és megépítésén dolgozott. Elképzelése alapján csoportjával megtervezte az első folyadékűtős plutóniumtermelő reaktort. Ennek alapján Wigner Jenőt sokan a világ első reaktormérnökének tartják. Wigner Jenő kezdettől hitte, hogy az atommaghasadáson alapuló energiafelszabadítás megvalósítható, a láncreakció beindul és sikerül kellő mennyiségű plutóniumot előállítani. A világ első atomreaktora 1942. december 12-én kezdte meg működését.

Wigner Jenő a legnagyobb tudományos kitüntetést, a Nobel-díjat is megkapta 1963-ban az „Atommagok és az elemi részek elméletének fejlesztéséért, különös tekintettel az alapvető szimmetriaelvek fölfedezéséért és alkalmazásáért”.

A híres tudós 1937 óta az Egyesült Államok állampolgára volt, de szülőhazájával, Ma-

gyarországgal a kapcsolata haláláig megmaradt.

Az Egyesült Államok hivatalos körei és tudományos közvéleménye minden lehetséges elismerést megadott fogadott fiának, aki 1956-ban az Amerikai Fizikai Társulat elnöki tisztségét is ellátta. Tudományos érdemeit egyetemek, akadémiák és társulatok sora ismerte el. Több mint 20 egyetem, akadémia és társulat választotta tiszteletbeli tagjává, díszdoktorává. A Nobel-díjon kívül megkapta többek között a Medal for Merit, a Franklin Medal, az Enrico Fermi Award, az Atoms for Peace Award, a Max Planck Medal, a George Washington Medal kitüntetések is.

Magyarországra 40 év távollét után először 1976-ban, később többször is hazalátogatott. Sok évtizedes távollét után is szépen, választékosan beszélt magyarul. Szerénysége, udvariassága legendaszerű volt.

A Magyar Tudományos Akadémián több alkalommal tartott előadást, az MTA 1988-ban választotta tiszteletbeli tagjává. Az Eötvös Loránd Fizikai Társulatnak 1977 óta volt tiszteletbeli tagja. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem díszdoktori oklevelét 1987-ben kapta meg.

Kiemelkedő tudományos munkásságának elismeréseként a Magyar Köztársaság elnöke a Köztársaság Érdemrendet – Középkereszt adományozta a csillaggal – adományozta.

Emlékét őrzi a balatonfüredi Emlékparkban elültetett emlékfá.

Wigner Jenő – bár életének java részét hazájától távol töltötte – végig hű maradt szellemi bölcsőjéhez, ahogy azt egyik könyvének előszavában megfogalmazta: „Sok sok víz folyt le a Dunán, mióta utoljára fürödtem benne. Az idő azonban nem mosta le háláérzetemet születésem helye iránt. Nem felejtettem el, hogy bölcsőm volt, hogy sokáig éltetett, hogy ott szereztem meg tudásom alapjait.”.

Wigner Jenő csendes és szerény ember volt. Halálával a XX. század egyik legszerényebb zsenije távozott.



KÖNYVISMERTETÉS

Smidéliusz Zsuzsa

Zátonyi Sándor - ifj. Zátonyi Sándor:

Tanácsok a FIZIKA 6/1. és FIZIKA 6/2. tankönyvek és témazáró feladatlapok használatához

Az általános iskola 6-8. (vagy 7-8.) osztályában és a hat- és nyolcosztályos gimnáziumok megfelelő osztályaiban használható a FIZIKA 6/1. és a FIZIKA 6/2. című tankönyv. Mindegyik tankönyvhöz témazáró feladatlap is jelent meg. E tankönyvek és feladatlapok használatához jelent meg a fenti címmel tanári kézikönyv a közelmúltban.

A tankönyvek megírásához a szerzők által kidolgozott, alternatív tanterv szolgált alapul. A kézikönyv közli a 7-12. osztály számára ajánlott tantervet és a 7-8. osztályos részletes követelményrendszert. Ezzel kapcsolatban tájékoztatást ad a kézikönyv arról, hogy milyen szakmai és pedagógiai megfontolás alapján történt a tanterv anyagának, szerkezetének, sorrendjének a meghatározása. Hasonló módon tájékoztatást olvashatunk arról is, hogy milyen indokok alapján döntöttek a szerzők a tankönyvek adott struktúrája, feldolgozási módja mellett.

Kétféle javasolt tananyagbeosztást közöl a kézikönyv. Az egyik változatot azok az iskolák alkalmazhatják, amelyekben a 7-8. osztályban van fizikaoktatás. A másik változat azoknak az iskoláknak a részére készült, ahol a 6-8. osztályban tanítják a fizikát.

A kézikönyv legnagyobb terjedelmet kitevő részét a tankönyvek fejezeteihez kidolgozott javaslatok alkotják. Amennyiben lehetőség van rá, többféle feldolgozási módot is javasolnak a szerzők egy-egy tankönyvi fejezethez, figyelembe véve az iskolák eltérő szertári felszereltségét, a tanulók felkészültségét, a tanárok különböző módszertani elképzeléseit. Egyes esetekben a feldolgozás gondolatmenetében is különböznek az ajánlott feldolgozási módok (pl. a testek úszása esetén), más esetben a kísérletek bemutatásában ajánlanak alternatív megoldásokat a szerzők (pl. a sebességről szóló fejezet feldolgozásánál).

Az ajánlott kísérletek között egyaránt megtalálhatóak a „hagyományos” eszközökkel és az újabb technikai készülékek (számítógép, video) segítségével bemutatható kísérletek. Számos hasznos, gyakorlati tanács is olvasható az egyes kísérletekkel kapcsolatosan. (Például a fénytani kísérletek bevezetéseként tanácsot ad a kézikönyv, hogy miként célszerű beállítani az optikai pad izzóját; milyen izzóval lehet és szabad a kiégett izzót pótolni.) A kísérletek összeállítását, elvégzését nagyszámú illusztráció segíti.

A kézikönyv részletes ajánlást ad ahhoz, hogy miként célszerű, lehetséges a kísérleti ta-

pasztalatokból kiindulva eljuttatni a tanulókat az általánosított fogalmakhoz, összefüggésekhez. Egyes esetekben a tankönyvi példákon túl, további példákat is ad a tantervi anyag gyakorlati alkalmazásainak a bővítéséhez. A folyadékok nyomásával kapcsolatosan például ismerteti az autó fékberendezését, a párolgásról tanultak gyakorlati alkalmazásaként a klóretilén orvosi felhasználását („fagyasztás”), az elektromos fogyasztással összefüggésben pedig a foglalatba csavarható, „energiatakarékos” fénycsövekről ad tájékoztatást.

Minden egyes tankönyvi fejezethez csatolkozóan közli a kézikönyv a tankönyvekben található feladatok megoldását. Ezzel a feladatok megoldásának az ellenőrzését kívánja segíteni.

A tankönyvek nem munkatankönyvek. A tanulói kísérletezésnek azonban változatlanul meghatározó szerepük van a tanulók ismeretszerzésében és a motiváció erősítésében. E gondolatból kiindulva közöl ajánlásokat a kézikönyv az új anyag feldolgozását követő tanulói kísérletek (fizikai gyakorlatok) elvégzéséhez.

Javaslatokat ad a kézikönyv az ismeretek rendszerezéséhez, a tanulók tudásának az ellenőrzéséhez, értékeléséhez és a témazáró feladatlapok alkalmazásához is. A két tankönyvhöz hat-hat (A-F) változatban összesen 60 feladatlap készült. Közli a kézikönyv valamennyi témazáró feladatlap megoldásának az eredményét, valamint az A és B változatú feladatlapok megoldásában az országos reprezentatív felmérés alkalmával elért átlageredményeket is. Így lehetőség van arra, hogy a megfelelő számítások elvégzése után összehasonlítsuk a saját iskolánkban elért eredményeket az országos átlagokkal.

A kézikönyv legfőbb erénye abban van, hogy ajánlásokat, javaslatokat közöl, meghagyva a tanárok számára a választási lehetőséget. Ugyanakkor hathatós segítséget jelent azok számára, akik nem rendelkeznek még széles körű tapasztalatokkal. A javaslatok egy része jól hasznosítható más tankönyvek alkalmazása esetén is.

Radnóti Katalin

Így oldunk meg atomfizika feladatokat

I eladatgyűjteményünkkel azt a hiányt szeretnénk pótolni, amely az atomfizikai feladatok terén mutatkozik, bár már hosszú évek óta kötelező tananyagként szerepel a középiskolákban a fizikának ez a fejezete. Igyekeztünk a teljes problémakört lefedni feladatokkal.

A példatár ötlete Marx György professzortól származik. Az első változat létrehozásának terve egy utazás közben született, Csernobilból hazafelé jövet, ahol a baleset során megrongálódott erőművet tekintette meg egy fizika tanárokból álló kis csoport. Ennek nyomán készült el a Magfizika példatár társadalmi munkában, amelyet az ELTE Atomfizika Tanszéke adott ki

és a Paksi Atomerőmű Rt. Nyomdában készült el 500 példányban, majd a Paksi Középiskolai Fizikatanári Ankéton került kiosztásra. A nagy érdeklődés miatt gondoltunk arra, hogy érdemes a kiadványt kibővíteni és kereskedelmi forgalomban is megjelentetni. Jelen kötetben megtalálható a fent említett kiadvány teljes példanyaga a megoldásokkal együtt sok új fejezettel kibővítve.

Napjaink problémái nem köthetők szorosan egy tantárgyhoz, ez az atomfizika esetében is így van. Ezért feladatinkkal nemegyesetben átléptük a fizika tantárgy kereteit, kémiai, biológiai és néhány esetben földrajzi problémákat is felvetettünk, hogy csak a ter-

mészettudományokat említsem. Az atomfizika, különösen a magfizikai része társadalmi vonatkozásait tekintve is komoly jelentőséggel bír. Ezért vettünk bele példatárunkba olyan fejezeteket is, mint kockázat, sugárvédelem, atomenergia.

A feladatok, problémák megoldását minden esetben ismertetjük, helyenként indoklással és elméleti kiegészítéssel is. Mind egyszerűbb, mint bonyolultabb példák is találhatók a kiadványban. Igyekeztünk a legújabb tudományos eredményeket is feldolgozni. Ezért került bele a példatárba „Az anyag végső építőkövei” című fejezet, amely a részecskefizika területéről, vizsgálati módszereiről ad rövid áttekintést.

A feladatok válogatásakor, szerkesztésekor, megoldásukkal elsősorban a középiskolai tanulók igényeit tartottuk szem előtt. Azonban valószínűleg hasznos segédeszköz lesz a felsőoktatásban tanulók számára is, különösen a fizika és kémia szakos hallgatóknak.

Ízelítőként néhány feladat a könyvből:

9. Egy bizonyos atomban a külső elektron kivételével az összes többi lezárt héjon helyezkedik el. Tegyük fel, hogy a külső elektron számára a következő energiaszintek lehetségesek: -1 , -4 , -7 és -10 eV.

- Mekkora az ionizációs energia?
- Hány különböző vonal jelenik meg az emissziós szinképpen? (Az egyenlő frekvenciákat csak egyszer vegyük számításba)
- Mekkorák lennének a hullámhosszak az emissziós szinképpen?

Megoldás:

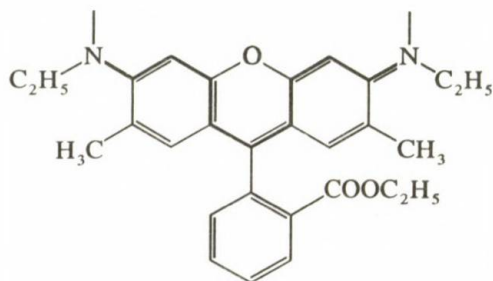
- Az ionizációs energia 10 eV.
- Az emissziós spektrumban 7 vonal jelenik meg, a következő energiákkal: 1, 3, 4, 6, 7, 9 és 10 eV.
- Az ezen energiákhoz tartozó hullámhosszak az ismert összefüggésből számolva:

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}, \quad \lambda = \frac{hc}{\varepsilon},$$

innen

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 1,245 \cdot 10^{-6} \text{ m} \\ \lambda_2 &= 4,14 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\ \lambda_3 &= 3,10 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\ \lambda_4 &= 2,07 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\ \lambda_5 &= 1,77 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\ \lambda_6 &= 1,38 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\ \lambda_7 &= 1,243 \cdot 10^{-7} \text{ m}.\end{aligned}$$

16. Próbáljuk megbecsülni a Rodamin 6 G molekula hosszát! A kromofor (a színért felelős molekularészlet) rész vastagon jelölve. Az elnyelt fény hullámhossza 532 nm.



Megoldás:

Adatunk:

$$\lambda = 5,32 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

A molekula kromofor részén 5π elektronpár delokalizálódik. Az egydimenziós hűrmódellet használva:

$$a = \sqrt{\frac{\lambda h(2k+3)}{8mc}} \approx 1,325 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Két szomszédos szénatom átlagos távolsága 140 pm-nek vehető, $n = k + 1$.

$$a = (n + 1) \cdot 1,4 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

innen

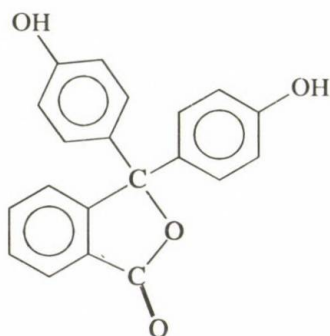
$$n \approx 8,46$$

vagyis a molekula $n = 8$ -cal, vagy $n = 9$ közelíthető. A tört érték a molekula nem egyenes voltából és közlítésünkéből is adódik.

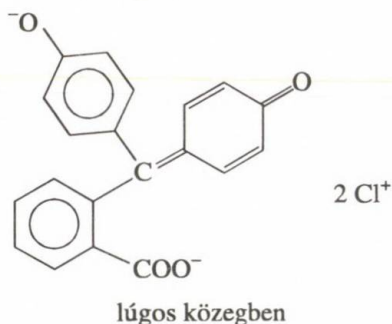
18. Vizes oldatok kémhatásának jelzésére a vegyészek úgynevezett indikátorokat használnak. Ezek általában olyan szerves molekulák, amelyek maguk is résztvesznek a sav-bázis átalakulásban. Azonban protonált alakjuk színe más, mint nem protonált formájuké, ezért a kémhatás változás jelzésére is használhatóak. Az egyik legismertebb indikátor a fenolftalein. A molekula szerkezetének ismeretében magyarázzuk meg a színváltozás okát! Becsüljük meg a kromofor molekularészlet hosszúságát a szín ismeretében!

Megoldás:

Savas közegben a fenolftalein színtelen, aminek magyarázata az, hogy a molekulában egyáltalán nincs konjugált lánc.



fenolftalein savas közegben



lúgos közegben

Lúgos közegben az átrendeződés következtében megjelenik a konjugált lánc, a fenolftalein vörös színű lesz. Ekkor zöld fényt kell, hogy elnyeljen, amelynek hullámhossza 500 nm-nek

vehető. A kromofor részen négy elektronpár delokalizálódik. Ezen adatok felhasználásával a molekula kromofor részének hossza közelítőleg:

$$a = \sqrt{\frac{\lambda h(2k+3)}{8mc}} \approx 1,16 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Az elsősorban textilfestéshez használt vegyületek molekuláiban is konjugált lánc található, amely a kívánt színhatást okozza. Az egyik legismertebb anyag a fukszin, amely az ábrán látható, intenzív piros színezek.

5. Elegendő-e a 478,5 nm hullámhosszúságú kék fény energiája ahhoz, hogy felbontsa a kétatomos klórmolekulát? (A klór disszociációs energiája $236 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$)

Megoldás:

Adataink:

$$\lambda = 4,785 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$E_d = 236 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Egy molekula felbontásához:

$$\frac{236 \cdot 10^3}{6 \cdot 10^{23}} \approx 0,39 \text{ aJ energia szükséges, a kék}$$

fény egy fotonjának energiája:

$$E = \frac{hc}{\lambda} \approx 0,41 \text{ aJ,}$$

vagyis elég a disszociációhoz. A HCl-gáz szintetikus előállításakor ezt a megoldást használják, vagyis a gázelegyet kék fénnel világítják meg, így közelve az aktiválási energiát. Fény hatására kémiai reakció játszódik le, a reakciót ezért fotokémiai reakciónak hívjuk. Ebbe a típusba tartozik a fényképezés is, hiszen ott is a fény hatására kémiai átalakulás történik. Napjainkban a fogorvosok előszeretettel alkalmazzák a kék fényt arra, hogy az újonnan kifejlesztett fogtömőanyag gyorsan megszilárduljon. Szemünk fényérzékeny molekulái, a növények klorofilja szintén fotokémiai reakcióban vesz részt. Fotokémiai folyamat a napo-

zaskor történő lebarnulás is, ami a Nap ultraibolya fotonjai hatására következik be. Vagyis ahhoz, hogy egy folyamat fény hatására végbemenjen, a fotonoknak meghatározott energiával kell rendelkeznie. Ha a küszöbenergiánál kisebb az energiája a folyamat nem megy végbe. Legszembetűnőbb ez a jelenség a fényelektromos jelenség esetében tanulmányozható. Azonban az előbb említett, a mindennapi életből is ismert példák is rávilágítanak a fény adagos voltára, arra, hogy a fényben az energia nem folytonosan oszlik el, hanem adagokban van jelen. A fotonmodell tehát jól használható.

6. A szénmonoxid rendkívül erős mérge a szervezet számára, már kis mennyiségben is fulladásos halált okoz. Magyarazzuk meg ezt a tapasztalatot a molekula szerkezete segítségével!

Megoldás:

A vér hemoglobinja a szervezet számára létfontosságú oxigént és az élettani folyamatok során keletkező szén-dioxidot úgy köti meg, hogy az így kialakult kötés könnyen felbontható. A szénmonoxid viszont felbonthatatlan módon, vagyis sokkal erősebben kötődik a hemoglobinhoz. Az ily módon lekötött hemoglobinkomplexek kiesnek az anyagcseréből, nem tudnak oxigént felvenni, ezért áll be a fulladásos halál. Az ok a molekulák szerkezetében keresendő. A hemoglobin hem részének szerkezete egy purin-vázis gyűrű, közepén egy Fe^{2+} -ionnal, amely nem más, mint egy fémkomplex. Négy nitrogén kapcsolódik nemkötő elektronpárjával, datív kötással a központi ionhoz. Az ion környezetében azonban van még hely nemkötő elektronpárok számára, ezt használja ki a szervezet az oxigén és a szén-dioxid szállítása során. Az ekkor kialakult datív kötés azonban nem túlzottan erős. A szénmonoxid molekulának szintén van nemkötő elektronpárja, amely segítségével datív kötés formájában a fémionhoz kapcsolódik. Azonban az így kialakult kötés rendkívül állandó.

Ezért annyira fontos az, hogy az autók okozta CO kibocsátás minél kisebb legyen az utakon!

A szénmonoxid molekula szerkezete:
 $|\text{C}\equiv\text{O}|$

19. Egy palack bort mint 100 éves értékessé ritkaságot árvereznek. A vásárló 1000 dollárt fizet érte, majd utána megméri az aktivitását és azt $24 \frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ -at, azaz az esővízhez viszonyítva 256-szor annyinak találja. Megérte-e a bor az árát?

Megoldás

$\frac{1}{256} = \frac{1}{2^8}$ vagyis kb. 8-szor járt le a felezési idő, mivel az aktivitás valószínűleg a tríciumtól származik, melynek $T = 12,3$ év a $t = 8 \cdot 12,3 = 98,4$ év. Tehát a bor valóban 100 éves!

9. Mennyi üzemanyagot használ fel óránként egy atomerőmű, ha villamos teljesítménye 420 MW, az energiaátalakítás hatásfoka pedig 30 %?

Megoldás:

Az erőmű hőteljesítménye:

$$\frac{420}{0,3} = 1400 \text{ MW} = 1,4 \cdot 10^9 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

az egy óra alatt előállított termikus energia: $1,4 \cdot 10^9 \cdot 3600 = 5,04 \cdot 10^{12} \text{ J}$. Egy urán 235-ös izotóp hasadásakor 32 pJ energia szabadul fel, így az 1 óra alatt elhasadó atomok száma:

$$N = \frac{5,04 \cdot 10^{12}}{3,2 \cdot 10^{-11}} = 1,58 \cdot 10^{23},$$

tömege $m = \frac{1,58 \cdot 10^{23}}{6 \cdot 10^{23}} \cdot 235 = 61,6 \text{ g}$, de

ez csak 2,5 % így $M = \frac{100}{2,5} \cdot 61,6 \text{ g} \approx 2,5 \text{ kg}$

dúsított tiszta uránt használ fel.

Könyvajánlat

*Dr. Miskolczi Józsefné -
Horváthné Fazekas Erika*

Fizika zsebkönyv általános iskolásoknak

Fizikai mennyiségek, fogalmak és összefüggések

A zsebkönyv az általános iskolában tanult fizikatananyag leglényegesebb fogalmait, mennyiségi összefüggéseit és törvényszerűségeit tartalmazza. Szerkezete, felépítése olyan, hogy a tanulók könnyen felismerhetik – az egyes fogalmakra vonatkozóan – a lényeglátást segítő gondolati ritmust. Grafikonok, rajzok segítik a mennyiségek közötti arányos összefüggések könnyebb rögzítését, a törvények alkalmazását. A tanulóknak elsősorban otthoni gyakorláshoz, feladatmegoldáshoz, ismétléshez, fizika órákon pedig az év végi ismétléshez ill. a 8. osztály végén a három évfolyam tananyagának rendszerezéséhez ajánljuk.

Megjelent

ára: 102,- Ft

Szántó Lajos

Jól felkészültem-e ?

Fizikai feladatsorozatok általános iskolásoknak

6., 7., 8. osztály

A kiadványok feladatsorozatai felölelik az általános iskola osztályonkénti fizika tananyagát kérdések, rajz-

készítési és számítási feladatok formájában.

A kérdések segítik a fogalmak tartalmának felidézését, a lényegkiemelést, támogatva ezzel mind a megértést, mind a megtanulást. Lehetőséget adnak az önellenőrzéshez, a hiányosságok felméréséhez. A feladatok között az egyszerűtől a többszörösen összetettig sokféle előfordul, s mind ezek, mind pedig a jelenségek lejátszódásának, egy-egy eszköz működési elvének elemzésére adott feladatok hatékonyan szolgálhatják a gondolkodás fejlődését.

Megjelent ára kötetenként: 198,- Ft

TUDÁSSZINTMÉRŐ FELADATLAPOK

**FÖLDRAJZ 6., 7., 8. osztály
MAGYAR NYELVTAN 3., 4. o.**

FIZIKA 6., 7., 8. o.

BIOLÓGIA 6., 7., 8. o.

IRODALOM 5., 6., 7., 8. o.

KÉMIA 7., 8. o.

**MATEMATIKA 1., 2., 3., 4., 5., 6.,
7., 8. o.**

A tudásszintmérő feladatlapok kereskedelmi forgalomba nem kerülnek, azokat csak iskolai bélyegzővel ellátott megrendelésre szállítjuk.

ára füzetenként: 45,- Ft

**A****fizika****TANÍTÁSA**

95. MÁJUS

ára: 90,- Ft

III. évf. / 3. sz.

TARTALOM**AZ ELEMI RÉSZECSKÉKRŐL**

Dr. Szabó Árpád
főiskolai tanár, BGYTF
Dr. Szabó Tímea

tudományos főmunkatárs, Ungvári Állami Egyetem

A KVANT NYOMÁBAN

Dr. Pintér Ferenc
főiskolai tanár, JGYTF, Szeged

REZGÉSEK VIZSGÁLATA X-Y-ÍRÓVAL

Sós Katalin
tanársegéd, JGYTF, Szeged

**BESZÁMOLÓ AZ 1994. ÉVI ÉS AZ 1995. ÉVI
BUDÓ ÁGOSTON FIZIKAI FELADATMEGOLDÓ
VERSENYRŐL**

Dr. Hilbert Margit
adjunktus, JATE, Szeged
Dr. Varga Zsuzsa
adjunktus, JATE, Szeged

**ARANYDIPLOMÁSAINK II.
BOR PÁL**

Dr. Kövesdi Katalin
főiskolai adjunktus, JGYTF, Szeged

ÉVFORDULÓNAPTÁR

A fizika tanulmányozása során többször is szó esik arról, hogy a természetben eleminek nevezett részecskék vannak. Többé-kevésbé ismerjük az elektront, fotont, protont, neutron. De mit értünk elemi részecskén? Démokritosz görög filozófus a leg-egyszerűbb, tovább már... (3. oldal)

A sorozat indításával – a Kvant c. folyóirat alapján – az a célunk, hogy a fizika egyes fejezeteihez tartozó feladatokon, mikrokísérleteken, érdekességeken keresztül felkeltsük az olvasók érdeklődését, és segítséget nyújtsunk a fizikai jelenségek, fogalmak, törvények mélyebb megértéséhez. (8. oldal)

Ez a vezető folyadékba elektródákat merítünk, melyekre állandó feszültséget kapcsolunk. Az elektródák közé egy fém ingát helyezünk, melynek egyik vége a folyadékba merül. Így az egyik elektróda és a lengő fémrúd között mért feszültség egyenesen arányos a közöttük... (11. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A FIZIKA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Bonifert Domonkosné dr.
főiskolai docens

Szerkesztőbizottság:

Dr. Kövesdi Katalin
főiskolai adjunktus
Dr. Miskolczi Józsefné
általános iskolai szakvezető
Dr. Molnár Miklós
egyetemi adjunktus

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.
Tel.: (62) 312-988,
FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.
Felelős kiadó: Török Zoltánné
Műszaki szerkesztő:
Vassné Németh Katalin
Tördelő szerk.: Kovács Attila

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió
6701 Szeged, Pf. 301.
Éves előfizetési díj: 450 Ft
A lap megvásárolható a
MOZAIK Könyvesboltokban:
Szeged, Csongrádi sgt. 73.
Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent a Művelődési és
Közoktatási Minisztérium
támogatásával.

A fizika tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen for-
mában kizárólag a kiadó elő-
zetes írásbeli engedélyével tör-
ténhet.

ISSN 1216-6634

Készült a Dürer Nyomda Kft.-ben
Felelős vezető: Székely András

TARTALOM

AZ ELEMI RÉSZECSKÉKRŐL

Dr. Szabó Árpád
főiskolai tanár, BGYTF
Dr. Szabó Tímea
tudományos főmunkatárs, Ungvári Állami Egyetem

A KVANT NYOMÁBAN

Dr. Pintér Ferenc
főiskolai tanár, JGYTF, Szeged

REZGÉSEK VIZSGÁLATA X-Y-ÍRÓVAL

Sós Katalin
tanársegéd, JGYTF, Szeged

BESZÁMOLÓ AZ 1994. ÉVI ÉS AZ 1995. ÉVI BUDÓ ÁGOSTON FIZIKAI FELADATMEGOLDÓ VERSENYRŐL

Dr. Hilbert Margit
adjunktus, JATE, Szeged
Dr. Varga Zsuzsa
adjunktus, JATE, Szeged

ARANYDIPLOMÁSAINK II. BOR PÁL

Dr. Kövesdi Katalin
főiskolai adjunktus, JGYTF, Szeged

ÉVFORDULÓNAPTÁR

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.



FÓKUSZ

Dr. Szabó Árpád – Dr. Szabó Tímea

Az elemi részecskékről

A fizika tanulmányozása során többször is szó esik arról, hogy a természetben *eleminek* nevezett részecskék vannak. Többé-kevésbé ismerjük az elektront, fotont, protont, neutron. De mit értünk elemi részecskén?

Démokritosz görög filozófus a legegyszerűbb, tovább már oszthatatlan részecskéket atomoknak nevezte el. A XIX. század végén azonban felfedezték az atom bonyolult szerkezetét, elkülönítették egyik alkotórészét, az elektront. A XX. század elején felfedezték az atommag építőköveit: a protont és a neutron. Eleinte ezeket a részecskéket pontosan annak tekintették, aminek Démokritosz az atomot: oszthatatlan és megmásíthatatlan elsődleges szubsztanciának, a világ alapvető, parányi építőköveinek.

Ez a csodálatosan áttekinthető helyzet azonban nem tartott sokáig. A valóság sokkal bonyolultabbnak bizonyult. Jelenleg nem is tudjuk, hogy a valóságban mely részecskék szolgálnak rá az „elemi” részecske névre, nem ismerjük a kritériumot, amely alapján valamely részecske eleminek lenne minősíthető.

A jelenleg ismert elemi részecskéket egyszerű oknál fogva nem tekinthetjük hasonlóknak Démokritosz változatlan atomjaihoz. A legtöbb jelenleg eleminek nevezett részecske még akkor sem létezik kétmilliomod másodpercnél hosszabb ideig, ha semmilyen külső hatás sem éri. A neutron is csak az atommagban – a többi részecskével való kölcsönhatás révén – stabilis. A szabad (atommagon kívüli) neutron átlagos élettartama 17 perc.

A foton, az elektron, a proton és a neutrínó változatlanul maradna, ha bármelyikük csak egymaga volna a világon. De az elektronnak és protonnak „veszélyes testvérei” vannak, a pozitron és az antiproton, amelyekkel kölcsönhatva mindkét részecske megsemmisül, s új részecskék születnek. Például: $e^+ + e^- \rightarrow 2 \gamma$. Csak a neutrínót tekinthetjük szinte örök életűnek, mivel kölcsönhatása más részecskékkel nagyon gyenge. De a neutrínók is megszűnnek létezni más részecskékkel kölcsönhatva, bár az ilyen kölcsönhatások ritkán fordulnak elő.

De mi is történik a szupernagy energiájú részecskék kölcsönhatásakor? Egyáltalán nem hullanak szét olyasféle darabkákra, amelyeket alkotórészeiknek lehetne felfogni. Ellenkezőleg, belőlük olyan új részecskék születnek, amelyek már az összes ismert elemi részecske közül valók. Minél nagyobb energiájú részecskék ütköznek egymással, annál több és nehezebb részecske születik. Ez azért lehetséges, mert a sebesség növekedésekor a részecskék tömege is nagyobb lesz. Bármilyen két megnövekedett tömegű részecskéből elvben az összes eddig ismert elemi részecskét elő lehet állítani.

Előfordulhat természetesen az is, hogy az olyan nagy energiájú részecskék kölcsönhatásakor, amilyeneket most még nem tudunk előállítani, mindeddig ismeretlen részecskék is keletkezni fognak. Ez azonban nem változtat a dolgok lényegén. A kölcsönhatás során születő új részecskéket semmiképpen sem tekinthetjük a „szülő”-részecskék alkotórészeinek. Ugyanis a megfelelően felgyorsított „utód”-részecskék – jellegüket megőrizve, s csak tömegüket növelve

– kölcsönhatáskor egyszerre több olyan részecskét is létrehozhatnak, mint „szüleik” voltak, és még sok más részecskét is.

Az elektron-pozitron annihilációja érzékelteti a legszemléletesebben azt, hogy az elemi részecskék közötti reakciókban egyes részecskék eltűnése és újak megjelenése kölcsönös átalakulás, nem pedig az eredeti részecskék összetevőinek másféle kombinációja. Mindkét részecskének meghatározott nyugalmi tömege és elektromos töltése van. A belőlük keletkező fotonoknak viszont nincs sem töltésük, sem nyugalmi tömegük, hisz nyugalmi állapotban nem is létezhetnek. Ma már tudjuk, hogy a részecske-antirészecske pár születése és annihilációja nem csak az elektron és pozitron sajátossága. Ritka kivétel, ha valamelyik részecskének nincs megfelelő antirészecskéje.

Az anyag és antianyag annihilációja során nyugalmi energiájuk sugárzási energiává alakul át. A nyugalmi energia a világmindenség leg hatalmasabb és legkoncentráltabb energiaforrása. Teljes felszabadulása csak az annihiláció során következhet be. Nehéz megmondani, hogy képes lesz-e valaha is hasznosítani ezt az emberiség, vagy sem.

A nyugalmi tömeggel rendelkező elemi részecskéket két nagy csoportra, leptonok és a hadronok (mezonok és barionok) csoportjára osztják. Az erőhatást közvetítő részecskék csoportjába tartoznak: a foton és a vektorbozonok ($W^\pm$, Z^0). A felosztás alapja az, hogy tulajdonságaik alapvetően különböznek egymástól. A leptonok legjellemzőbb sajátága, hogy a kísérletekben strukturálatlan, pontszerű részecskékként viselkednek. Általános tulajdonságuk, hogy csak elektromágneses és gyenge kölcsönhatásban vesznek részt. Laboratóriumi kísérletekben és az egész univerzumban nagy számban keletkeznek.

Az elemi részecskék mérhető tulajdonságait az 1. táblázatban mutattuk be. A táblázatban nincs módunk az összes hagyományosan eleminek nevezett részecske felsorolására. A táblázatban nem szerepelnek a rövid életű rezonanciárészecskék, többek között a nem rég felfedezett „bajos” részecskék sem. Nincsenek felsorolva a gyenge kölcsönhatást közvetítő vektor-bozonok sem. A táblázatban csak az

igen jellegzetes részecskéket és azok antirészecskéit tüntettük fel: tömegük, elektromos töltésük, átlagos élettartamuk, spinjük, barion és leptontöltésük, valamint fő bomlási sémájuk bemutatásával.

A részecskék és antirészecskék tulajdonságai:

- egyenlő nagyságú és ellentétes előjelű az elektromos töltésük;
- a nyugalmi tömegük ugyanakkora;
- ugyanakkora a spinjük nagysága;
- a mágneses momentumuk egyenlő nagyságú és ellentétes irányú (a spin irányához viszonyítva);
- ha nem stabilak, a felezési idejük azonos;
- párokból keletkeznek és párokból semmisülnek meg;
- minden egyéb kvantumszámuk (bariontöltés, leptontöltés, hipertöltés és ritkaság) egyenlő nagyságú és ellenkező előjelű;
- az izospinértékük ugyanakkora;
- az izospin T_z vetületének előjele ellentétes, nagysága azonos.

Ritkaságnak (különösségnek) nevezték el azt az új kvantumszámot, amelyet az olyan jelenségek magyarázatára vezettek be, amikor a nagy energiájú magfolyamatokban olyan részecskék is szerepelnek, amelyek páronként jelentkeznek, mint például egy lambda-hiperon egy K-mezonnal, de egyedül soha. A lambda-hiperon ritkasága -1 , míg a K-mezoné $+1$. A nukleonok ritkasága zérus.

A fénykvantum fogalmát Einstein vezette be 1905-ben, a foton elnevezés 1926-tól használatos. Az elektromosan töltött részecskék a fotonok kicserélődése útján hatnak egymásra. A fotonnak nincs antirészecskéje. A jobbra és balra cirkulárisan polarizált fotont tekintjük egymás antirészecskéinek is, a kettő keverékéből felépített, úgynevezett lineárisan poláros foton önmaga antirészecskéje. A jelenleg ismert több mint kétszáz elemi részecske közös sajátossága, hogy háromféle kölcsönhatásban vehetnek részt.¹

¹Létezik még egy negyedik alapvető kölcsönhatás is, ez a gravitációs kölcsönhatás, amely jóval gyengébb bármelyiknél ezért ez elemi részek kölcsönhatásánál ez elhanyagolható.

A részecske és antirészecske neve	Jele	Elektromos töltése Q	Tömege (MeV)	Átlagos élettartam (s)	Spin S	Barion-töltés B	Lepton-töltés L	Fő bomlási séma
I. FOTON	γ	0	0	Stabil	1	0	0	
II. LEPTONOK								
Elektron-neutrínó és antineutrínó	ν_e $\bar{\nu}_e$	0 0	$< 2 \cdot 10^{-4}$	Stabilis	$\frac{1}{2}$	0 0	+1 -1	
Műon-neutrínó és antineutrínó	ν_μ $\bar{\nu}_\mu$	0 0	< 4	Stabilis	$\frac{1}{2}$	0 0	+1 -1	
Tau-neutrínó és antineutrínó	ν_τ $\bar{\nu}_\tau$	0 0		Stabilis	$\frac{1}{2}$	0 0	+1 -1	
Elektron pozitron	e^- e^+	-1 +1	0,51	Stabilis	$\frac{1}{2}$	0 0	+1 -1	
μ^- -mezon μ^+ -mezon	μ^- μ^+	-1 +1	105,66	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$\frac{1}{2}$	0 0	+1 -1	$\mu^- \rightarrow e^- + \nu_\mu + \nu_e$
III. MEZONOK								
π^+ -mezon π^- -mezon	π^+ π^-	+1 -1	139,57	$1,229 \cdot 10^{-6}$	0	0 0	0 0	$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$
π^0 -mezon	π^0	0	134,96	$1,80 \cdot 10^{-16}$	0	0	0	$\pi^0 \rightarrow 2\gamma$
K^+ -mezon K^- -mezon	K^+ K^-	+1 -1	493,67	$2,551 \cdot 10^{-8}$	0	0 0	0 0	$K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$
K^0 -mezon $\bar{K}^0$ -mezon	K^0 $\bar{K}^0$	0 0	498,00	$K_1^0 - 9,2 \cdot 10^{-11}$ $K_2^0 - 5,62 \cdot 10^{-8}$	0	0 0	0 0	$K_1^0 \rightarrow 2\pi$ $K_2^0 \begin{cases} \pi^+\mu^- \\ 3\pi \\ \pi^+\pi^- \end{cases}$
IV. BARIONOK NUKLEONOK								
Proton Antiproton	p $\bar{p}$	+1 -1	938,28	Stabilis	$\frac{1}{2}$	+1 -1	0 0	
Neutron Antineutron	n $\bar{n}$	0 0	939,57	1013 ± 26	$\frac{1}{2}$	+1 -1	0 0	$n \rightarrow p + e + \bar{\nu}_e$
HIPERONOK								
Λ^0 -hiperon $\bar{\Lambda}^0$ -antihiperon	Λ^0 $\bar{\Lambda}^0$	0 0	1115,6	$2,62 \cdot 10^{-10}$	$\frac{1}{2}$	+1 -1	0 0	$\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-$
Σ^+ -hiperon Σ^+ -antihiperon	Σ^+ $\bar{\Sigma}^+$	-1 +1	1189,37	$7,88 \cdot 10^{-11}$	$\frac{1}{2}$	+1 -1	0 0	$\Sigma^+ \rightarrow n + \pi^+$
Σ^- -hiperon Σ^- -antihiperon	Σ^- $\bar{\Sigma}^-$	-1 +1	1197,08	$1,58 \cdot 10^{-10}$	$\frac{1}{2}$	+1 -1	0 0	$\Sigma^- \rightarrow n + \pi^-$
Σ^0 -hiperon Σ^0 -antihiperon	Σ^0 $\bar{\Sigma}^0$	0 0	1192,48	$t_{\text{exd}} < 10^{-14}$ $t_{\text{teor}} = 10^{-19}$	$\frac{1}{2}$	+1 -1	0 0	$\Sigma^0 \rightarrow \Lambda^0 + \gamma$
Ξ^- -hiperon Ξ^- -antihiperon	Ξ^- $\bar{\Xi}^-$	-1 +1	1321,3	$1,74 \cdot 10^{-10}$	$\frac{1}{2}$	+1 -1	0 0	$\Xi^- \rightarrow \Lambda^0 + \pi^-$
Ξ^0 -hiperon Ξ^0 -antihiperon	Ξ^0 $\bar{\Xi}^0$	0 0	1314,3	$3,06 \cdot 10^{-10}$	$\frac{1}{2}$	+1 -1	0 0	$\Xi^0 \rightarrow \Lambda^0 + \pi^0$
Ω^- -hiperon Ω^- -antihiperon	Ω^- $\bar{\Omega}^-$	-1 +1	1672,2	$\sim 7 \cdot 10^{-11}$	$\frac{3}{2}$	+1 -1	0 0	$\Omega^- \rightarrow \Xi^- + \pi^-$ $\Lambda^0 + K^-$

1. táblázat

- a) *Erős kölcsönhatás* áll fenn nukleonok, mezonok és hiperonok között. Az erős kölcsönhatásban lévő részecskéket hadronoknak is nevezzük. Az erős kölcsönhatás élettartama 10^{-23} s nagyságrendű. Az erős kölcsönhatás terének kvantuma a π^+ , π^0 , π^- pion.
- b) *Elektromágneses kölcsönhatás* jön létre az összes töltött részecskék között. Ezek a kölcsönhatások az atomokat és molekulákat összetartó erőként felelősek. A kölcsönhatás ideje 10^{-21} s nagyságrendű. Az elektromágneses tér kvantuma a foton.
- c) A *gyenge kölcsönhatás*, az atommagok belsejében uralkodó másik kölcsönhatás, a bomlási folyamatokért felelős. A gyenge kölcsönhatásnál leptonok szerepelnek. A kölcsönhatás ideje 10^{-9} s nagyságrendű.

A hadron-hadron kölcsönhatásban az erős kölcsönhatás dominál. A hadronokat spinjük szerint két nagy csoportra osztjuk, az egész spinűeket mezonoknak, a feles spinűeket barionoknak nevezzük. A hadronokat nagy energiára gyorsított nukleonokból (p, n) állítják elő. Legalacsonyabb energián a π -mezonok (pionok), majd a K-mezonok (kaonok) jönnek létre. Az energia tovább növelésével hiperonok állíthatók elő.

Az elemi részecskék kölcsönhatására több megmaradási törvény érvényes. Léteznek általános (univerzális) érvényű megmaradási törvények, amelyek érvényesek mindhárom típusú kölcsönhatás alkalmával. Ezek a következők:

- az energiamegmaradás törvénye;
- a lendület/impulzus megmaradásának törvénye;
- a perdület/impulzusmomentum megmaradásának törvénye;
- az elektromos töltés megmaradásának törvénye.²

A megmaradási törvények az anyag létformáinak, a térnek és az időnek a szimmetriatulajdonságaival vannak kapcsolatban. Hangsúlyoznunk kell továbbá azt is, hogy minden esetben, amikor megfigyelhető egy megmaradási törvény, valamilyen szimmetriára is gondolhatunk.

d) *gyenge kölcsönhatás* áll fenn nukleonok, mezonok és hiperonok között. Az erős kölcsönhatásban lévő részecskéket hadronoknak is nevezzük. Az erős kölcsönhatás élettartama 10^{-23} s nagyságrendű. Az erős kölcsönhatás terének kvantuma a π^+ , π^0 , π^- pion.

A mikrovilágban az általános érvényű szimmetriák mellett az elemi részek fizikájának fejlődése olyan korlátozott érvényű szimmetriák lehetőségét is felvetette, amelyek csak bizonyos kölcsönhatásban teljesülnek. Ilyen például az S kvantumszámmal jelzett ritkaság, amely csak a gyors elektromágneses bomlást tiltja meg. A gyenge kölcsönhatás egy sor szimmetriával szembeszegül. A gyenge kölcsönhatás esetében – a többi kölcsönhatással ellentétben – fellép a P paritás (párosság) megsértése. A paritás elve azt mondja ki, hogy a természet minden jelenségének térbeli tükörképe (amit matematikailag úgy nyerünk, hogy a rendszer minden koordinátáját egyszerre ellenkező előjelűvé váltjuk) az eredetivel azonos valószínűséggel megtalálható a természetben. A részecskefizikában eme szimmetriának igen nagy szerepe van. Mivel azonos számú leptont és kvarkot (hatot-hatot) fedeztek fel, kvark-lepton szimmetriáról is beszélhetünk.

Ismeretes, hogy minden részecskének van antirészecskéje, amelynek fizikai jellemzői az eredetinek tükörképei. Azt a műveletet, amikor egy részecske helyett annak antirészecskéjét vesszük, töltéskonjugációnak nevezzük. Ez az úgynevezett töltéscsere-invariancia vagy C-invariancia. A töltéscsere során az összes töltés (elektromos, barion, lepton, hipertöltés, ritkaság) ellentettjére változik. Jelenlegi ismereteink alapján a C-invariancia általában teljesül, de a gyenge kölcsönhatásoknál nem minden esetben. A CP-invariancia sem teljesül minden gyenge kölcsönhatásra, pl. a K-mezonok bomlására. Így a C- és CP-invarianciák nem általános jellegűek. Úgy látszik, hogy minden kölcsönhatás invariáns a térkoordináták (P), a töltés (C) és az idő (T) egyidejű előjelváltására (CPT-invariancia).

M. Gell-Mann és J. Zweig 1963-ban javasolt modellje szerint az erős kölcsönhatásban részt vevő részecskék (hadronok) kis számú alkotóelemekből, kvarkokból épülnek fel. A kvarkoknak tört számú elektromos töltésük

²A bariontöltés fogalmát Wigner Jenő Nobel-díjas fizikus vezette be.

van. Mivel a kvarkok spinje $\frac{1}{2}$, a mezonok egy kvark-antikvark pár, míg a barionok három kvark kötött állapotának tekinthetők.

Mai ismereteink szerint az anyag legelembb részecskéi a leptonok és a kvarkok. Jelenlegi tudásunk szerint a leptonoknak és a kvarkoknak nincs belső szerkezetük. Ebben az értelemben ezeket valódi elemi részecskéknak tekinthetjük. A leptonok és kvarkok alapvetően abban különböznek egymástól, hogy a leptonok elektromos töltése mindig egész, (0 vagy 1), a kvarkok töltése tört értékű ($\pm\frac{1}{3}e$ és $\pm\frac{2}{3}e$, ahol e az elektrontöltés abszolút értéke). További lényeges különbség, hogy míg a leptonok szabad részecskék, a kvarkok csak a hadronok alkotóelemeiként fordulnak elő, szabad kvarkokat eddig még nem észleltek.

Minden kvark három különböző állapotban létezhet, amelyek minden egyéb tulajdonságaikban azonosak, kivéve a „szín”-nek nevezett sajátos tulajdonságot. Természetesen a kvarkok „színének” semmi köze a szín mindennapi életben és a fizikában közismert fogalmához. A kvarkok típusait (u , d , s , c , b , t) „íznek” is nevezik. A kvark színe háromféle lehet: piros, sárga és kék, ezek együttese szintelen. Az antikvarkok színei a kvarkok színeinek kiegészítői, így a kvark-antikvark páros ugyan-csak szintelen. A szintelenségi elv alapján csak olyan kvarkösszetételek alakulnak ki, amelyek együttese szintelen.

A kvarkok nemcsak különleges részecskék, de a kölcsönhatás is különleges közöttük. Ez a kölcsönhatás erős kölcsönhatás és gluoncserével valósul meg. A gluonok a kvarkok által létrehozott tér kvantumai. A kvarkokhoz hasonlóan a gluonok is színesek. Ezért a kvarkok színe a gluonok abszorpciója és emissziója során megváltozik, ugyanakkor az „ízük” nem változik. Akárcsak a kvarkok, a gluonok sem fordulnak elő szabad állapotban.

A színes kvarkok és gluonok közötti kölcsönhatás elméletével a kvantum-színdinamika foglalkozik.

Jelen ismereteink szerint a leptonok és kvarkok három nemzedékét (generációját) lehet elkülöníteni. A részecsketömeg nemzedékről nemzedékre növekszik. A három részecske-nemzedéket és elektromos töltésüket a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Nemzedék	Leptonok		Kvarkok	
	Jel	Töltés	Jel	Töltés
1.	e^-	-1	d	-1/3
	e	0	u	+2/3
2.	μ^-	-1	s	-1/3
	ν_μ	0	c	+2/3
3.	τ^-	-1	b	-1/3
	ν_τ	0	t	+2/3

2. táblázat

Valamennyi, a világegyetemben megtalálható közönséges anyag az első nemzedék részecskéiből: elektronokból, u - és d -kvarkokból épül fel.

Irodalom

- [1] Dr. Pintér Ferenc – Dr. Szűcs József: Anyagszerkezet. Tankönyvkiadó, Budapest, 1989.
- [2] Budó – Mátrai: Kísérleti fizika III. Tankönyvkiadó, Budapest, 1989.
- [3] Breuer H.: SH Atlasz Fizika. Springer Hungarica Kiadó Kft., Budapest, 1993.
- [4] Landau – Lifsic: Elméleti fizika. Tankönyvkiadó, Budapest, 1978.
- [5] Pócsik György: Kvantumtérelméleti és diszperziós relációk. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1977.
- [6] Dr. Kövesdi Pál: Fizika VI. rész. Tankönyvkiadó, Budapest, 1972.

Dr. Pintér Ferenc

A Kvant nyomában

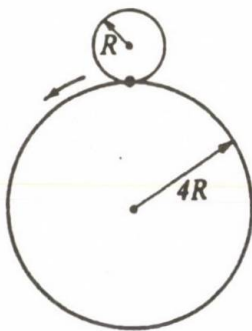
A sorozat indításával – a Kvant c. folyóirat alapján – az a célunk, hogy a fizika egyes fejezeteihez tartozó feladatokon, mikrokísérleteken, érdekességeken keresztül felkeltsük az olvasók érdeklődését, és segítséget nyújtsunk a fizikai jelenségek, fogalmak, törvények mélyebb megértéséhez.

(A feladatok rövid megoldását a következő számban közöljük.)

Feladatok

1. Összeütközik-e két gömb, ha tudjuk, hogy középpontjaik pályavonalai egymást metszik?

2. Az R sugarú kerék a $4R$ sugarú körön mozog. Hány fordulatot tesz meg a kis kerék, amíg a kiinduló helyzetbe visszajut?



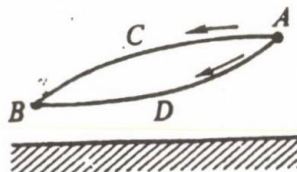
3. A földhöz viszonyítva milyen mozgást végez a rugón rezgőmozgást végző test, amely egy egyenletesen mozgó kocsi belsejében van felfüggesztve?

4. A vonat mozgásának irányával ellentétes irányban a kocsiból kidobunk egy labdát. Hogyan mozog a labda a kocsihoz, illetve a vasúthoz képest?

5. Az ábrán két, egyenes vonalú mozgást végző test sebesség-idő grafikonja látható. Melyik testnek nagyobb az átlagsebessége az ábrázolt időintervallumban?



6. Egy test először az A pontból az ACB úton, másodszor az ADB úton jut a B pontba. Melyik esetben lesz nagyobb a test sebessége a B pontban, ha a súrlódási tényező mindkét esetben ugyanakkora?



7. Futhat-e az ember gyorsabban az árnyékánál?

8. Hogyan változik a harmonikus rezgőmozgást végző pont sebességének nagysága abban a pillanatban, amikor a pont kitérése csökken?

9. Két vonat szembe halad egymással. Az egyik északi irányba gyorsulva, a másik déli irányba lassulva. Milyen irányúak a vonatok gyorsulásai?

10. Két, M és m tömegű testet ($M > m$) a föld fölött azonos magasságban felfüggesztünk, majd egyidejűleg elengedünk. Azonos idő múlva érkeznek-e le a földre, ha a levegő ellenállásából származó átlagos fékezőerő mindkét test esetében ugyanakkora?

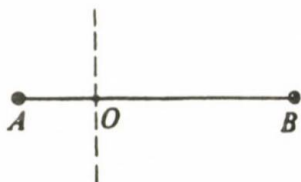
11. Miért nem veszünk tudomást a Föld Nap körüli mozgásáról, pedig a Föld keringési sebessége $30 \frac{\text{km}}{\text{s}}$?

12. Hogyan változik az űrhajóban elhelyezett ingaóra periódusideje a Föld körüli pályára állítás során?

13. Az üveglapon elhelyezett vasgolyót egy mágnesrúd vonzza a pólus irányába. Milyen jellegű a golyó mozgása? A levegő ellenállásától és a golyó-üveglap közötti súrlódástól eltekintünk.

14. Gyurmából készítünk egy figurát és ennek méretarányos hasonmását, kétszer magasabbat. Mekkora a hasonmás tömege, ha az eredeti tömege 50 g?

15. Az A és B gömbök, amelyek tömege $m_A = 9 \text{ g}$, $m_B = 3 \text{ g}$, fonállal vannak összekötve az O függőleges tengellyel, és vízszintes síkban az O tengely körül forognak állandó szögsebességgel. Milyen AO és BO fonálhosszúság esetén lesznek egyenlők a húzóerők?



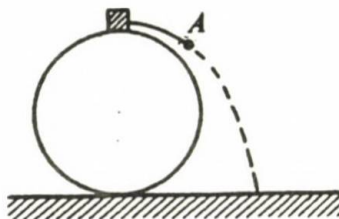
16. Két test tömegét hogyan lehet összehasonlítani súlytalanság esetén?

17. Működnek-e a centrifugák a mester-séges égitesteken?

18. Egy kötelet ki lehet-e feszíteni vízszintes irányban?

19. Két azonos rugót először sorba, másodszor párhuzamosan összekötünk. Ábrázoljuk grafikonon, hogy a rugóerő hogyan függ a megnyúlástól!

20. Milyen erők hatnak az ábrán látható köríven mozgó testre a körívtől való elszakadás pillanatában (A pont)?



21. Sík felületen elhelyezkedő két gömböt súlytalan, nyúlásmentes fonál köt össze. A jobb oldali gömb tömege nagyobb ($m_1 > m_2$).



Azonos erővel először a jobb oldali gömböt húzzuk jobbra, azután a bal oldali gömböt balra. Azonosak-e a fonálra ható feszítőerők a két esetben?

22. A szappanbuborék belsejében a nyomás különbözik-e a külső nyomástól? Miért?

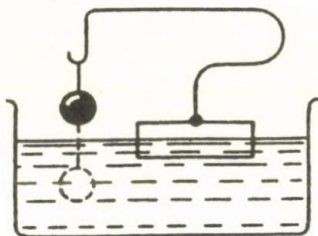
23. Egy kocka alakú edényt folyadékkal megtöltünk. Hogyan alakulnak a kocka falaira ható nyomóerők?

24. Függőleges helyzetű higanyos barométer nagy magasságból esik lefelé. Milyen nyomásértéket mutat a barométer esés közben?

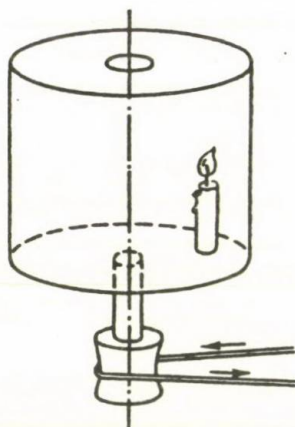
25. Milyen módon lehet megbecsülni a földi légkör tömegét?

26. Vizes tartályban függőleges helyzetben egy téglatest úszik. Hogyan változik a víz szintje, ha a téglatest vízszintes helyzetű?

27. Változik-e a folyadék szintje az ábrán látható esetben, ha az ólomgömböt tartó fonatlat úgy nyújtjuk meg, hogy az ólomgömböt teljesen ellepje a folyadék?



28. Állandó szögsebességgel forgó henger belsejében egy égő gyertyát helyezünk el az ábrának megfelelően. Eltér-e a gyertya lángja a függőleges iránytól? Ha igen, milyen irányban?



Irodalom

- [1] A. A. Leonovics: Fizicseszkij kaleidoszkóp. Büro-Kvantum, Moszkva, 1994. (A Kvant c. folyóirat melléklete)

Sós Katalin

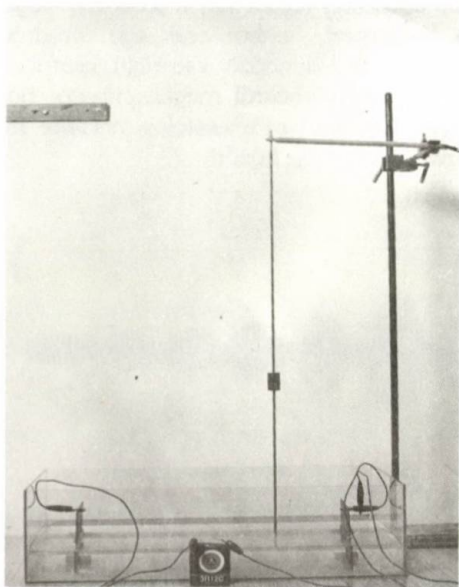
Rezgések vizsgálata X–Y-íróval

A harmonikus rezgőmozgásokkal kapcsolatos kísérletek viszonylag egyszerűen kivitelezhetők, hiszen rugó, ingaként használható rúd minden fizikaszertárban található. Így könnyen be tudjuk mutatni a csillapítatlan, a csillapított, vagy akár a csatolt rezgéseket is. A mozgások kitérés-idő diagramjának felvétele a nem csillapodó mozgásoknál egyszerűen megoldható pl. úgy, hogy egy lengő inga alatt egy papírcsikot egyenletesen húzunk, amely papíron az inga valamilyen módon nyomot hagy. Csillapodó rezgőmozgásnál ez a módszer nem alkalmazható, mert a levegő ritka közeg ahhoz, hogy gyorsan csillapítsa a mozgást, sűrűbb közeg alkalmazásával viszont a diagram felvétele nehezebb.

Az alábbiakban olyan, viszonylag egyszerű kísérleti összeállítást mutatunk be, amellyel a kitérés-idő grafikon akár csatolt rezgés esetén is felvehető. Igaz, a középiskolai anyagban csak említés szintjén szerepel mind a csillapított, mind a csatolt rezgés, és a kitérés-idő függvény elemzésével sem foglalkozunk. Viszont szakkörön vagy fakultációs órán érdekes feladat lehet egy ilyen függvény felvétele, vizsgálata.

A rezgő test pillanatnyi kitérésének folyamatos nyomon követéséhez olyan fizikai mennyiséget kerestünk, amely a távolság lineáris függvénye. Ilyen a lineáris vezető (fém vagy elektrolit) ellenállása, amely egyenesen

arányos a vezető hosszával. Ezt a linearitást a következő módon alkalmazhatjuk a mérés során.



Mérési összeállítás képe (1)

Hezető folyadékba elektródákat merítünk, melyekre állandó feszültséget kapcsolunk. Az elektródák közé egy fém ingát helyezünk, melynek egyik vége a folyadékba merül. Így az egyik elektróda és a lengő fémrúd között mért feszültség egyenesen arányos a közöttük lévő távolsággal. Az inga folyamatos lengésénél a mért feszültség a nyugalmi helyzethez tartozó feszültség körül ingadozik. A feszültségnövekedés ill. -csökkenés az inga nyugalmi helyzetétől való kitérésével arányos. Az indikálásra használt elektrolitoldat egyben a csillapítást biztosító közeg is.

A méréshez egy nagyobb üvegkádra van szükség, elektródaaként fémlamezt, vezető közegként csapvizet, áramforrásként zsebtelepet használunk. A lengő fémrúd felfüggesztését egy ékkel végezzük, az ék a tartórúdva vájt ékágyhoz kapcsolódik. Az inga végét úgy képeztük ki,

hogy különböző felületű fémlapok hozzáillesztésével eltérő mértékű csillapítást tudunk létrehozni.

A folyamatos mérést és regisztrálást X-Y íróval végezzük. Az X-Y író egyik bemenetére kapcsoljuk a mérendő feszültséget. A bemeneti érzékenység 100 vagy 200 $\frac{\text{mV}}{\text{cm}}$. A másik bemenetre kapcsolt belső időalap fűrészszegecsé biztosítja az író toll egyenletes haladását. A megfelelő haladási sebességhez 1 vagy 2 vagy 5 $\frac{\text{s}}{\text{cm}}$ érzékenységet érdemes beállítani.

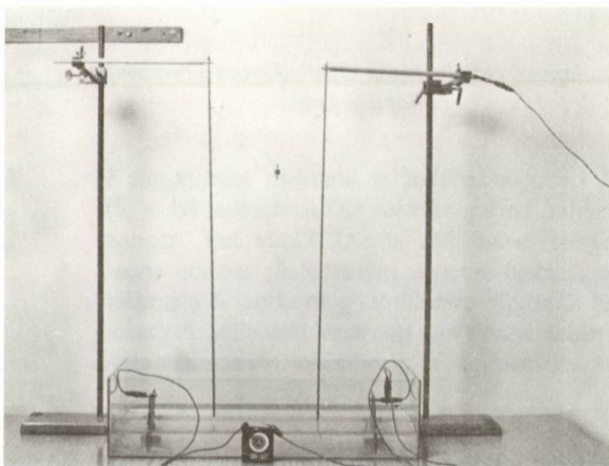
A milliméterpapírra rajzolt regisztrátum vizsgálatával a csillapodó rezgőmozgásnak nemcsak kvalitatív, hanem kvantitatív vizsgálata is lehetséges.

A csillapodó rezgőmozgás egyenlete:

$$x = Ae^{-\beta t} \sin \omega t.$$

Itt x : a pillanatnyi kitérést,
 A : a kezdeti amplitúdót,
 β : a csillapodási tényezőt,
 ω : a körfrekvenciát jelöli.

A regisztrátumon rajzoljuk be a maximális kitérési pontokból adódó határoló görbéket. A burkoló görbék 2-2 szemközti pontjának távolságát megfigyelve megrajzolhatjuk a rezgés egyensúlyi helyzetét. Néhány egyoldali, egymást követő amplitúdó hányadosával meghatározható a rezgés csillapítási hányadosa (K).

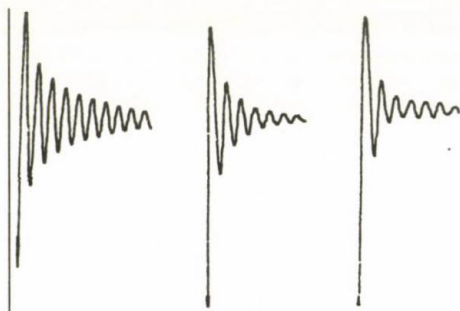


Mérési összeállítás képe (2)

$$K = \frac{x_1}{x_3} = \frac{x_2}{x_4} = \dots$$

A rezgés periódusideje (T) a beállított idő-érzékenység figyelembevételével a görbéről leolvasható. Mivel $K = e^{\beta T}$, innen $\beta = \frac{\ln K}{T}$.

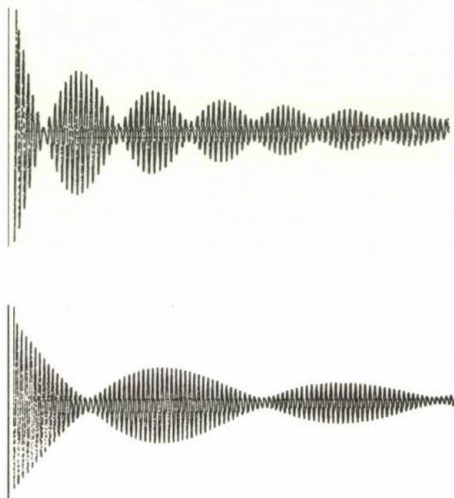
Különböző felületű lemezeket erősítve a lengő rúd végére változtathatjuk a csillapodás mértékét. A felvett rezgési képek segítségével megvizsgálhatjuk a csillapodási tényező és a periódusidő változását a csillapítás mértékének változása során.



Csillapodó rezgőmozgás képe különböző mértékű csillapítás esetén

Lebegési görbét is könnyen kaphatunk a kísérleti berendezés kis változtatásával (ld. a (2) mérési összeállítás képét). Ekkor két, azonos lengésidejű (azonos méretezésű, azonos anyagú) fémrudat csatolunk egymáshoz. A csatolást a rudak között egy gumiszál biztosítja. A csatolás szorosságát a gumiszálra akasztott nehe-

zékkel lehet növelni. Az X-Y-író bemenetére itt is az egyik rúd és az egyik elektróda közötti feszültséget visszük. Ha nem akarjuk, hogy jelentős csillapítás lépjen fel, a jelző rúd végére nem fémlamezt, hanem csak egy fémdrótot helyezünk. A különböző erősségű csatolások mellett felvett görbékről megállapítható, hogy milyen kapcsolat van a csatolás mértéke és a lebegés frekvenciája között.



Csatolt rezgés képe különböző erősségű csatolás esetén

A főiskolán laboratóriumi gyakorlaton végzünk méréseket ezzel a módszerrel. A képeken látható rezgési görbéket különböző mértékű csillapítások és különböző mértékű csatolások mellett vettük fel.

Irodalom

- [1] Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.



IMPULZUS

Dr. Hilbert Margit – Dr. Varga Zsuzsa

Beszámoló az 1994. évi és az 1995. évi Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Versenyről

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Csongrád Megyei Csoportja által hagyományosan évente megrendezett feladatmegoldó verseny az 1994. évtől kezdve alapvetően megújult. Tekintettel arra, hogy a verseny díjazottjai jelentős felvételi kedvezményben részesülnek a JATE és a JGYTF bizonyos szakjain, célszerűnek látszott a korábban meghívásos alapon működő versenyt nyitottá tenni bármely, e régióban tanuló középiskolás diák számára.

Az új rendszer szerint a verseny továbbra is egyfordulós. A verseny szervezői megfelelő időben eljuttatják a feladatokat az iskolákba, ahol a tanulók azonos időpontban írják meg a versenydolgozatot. Az iskolák biztosítják a verseny feltételeit, és a küldött javítókulcs alapján

a tanárkollégák helyben javítják ki diákjaik dolgozatait. Ezután a dolgozatokat eljuttatják a szervezőkhöz, akik még egyszer átnézik, hogy az minden diák számára egységesen legyen elbírálva. A lebonyolításban és a szervezésben részt vevő kollégák munkáját ezúton is szeretnénk megköszönni.

Úgy találjuk, hogy a verseny itt vázolt megváltoztatása kedvező fogadtatásra talált mind a diákok, mind a tanárok körében. Ezt támasztja alá a versenyen résztvevők számának növekedése (1. táblázat), legalábbis a gimnáziumi tanulók esetében.

A szakközépiskolások versenyeredményei azt mutatják, hogy a jövőben külön kategóriában kellene szerepeltetni a nem műszaki jellegű szakközépiskolákat.

	Gimnázium				Szakközépiskola				Iskolák száma
	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.	
1994.	115	107	110	85	116	87	85	74	40
1995.	193	196	100	92	66	39	49	43	39

1. táblázat

A Budó Versenyen részt vevő diákok száma évfolyamonként

Az 1994. évi verseny helyezettjei

Gimnázium:

I. osztály: 1. Mingesz Róbert (Ságvári, Szeged); 2. Kiss András (Erkel, Gyula); 3. Mérai László (Bethlen, Hódmezővásárhely) és Pintér Áron (Ságvári, Szeged); 4-5. Nagy Veronika (Deák, Szeged) és Miklós Balázs (Ságvári, Szeged); 6. Fehér Áron (Batsányi, Csongrád).

II. osztály: 1. Makra Péter (Radnóti, Szeged), Gyukics Mihály és Nagy Jenő Bence (mindkettő Varga, Szolnok); 2. Deák Szabolcs (Deák, Szeged) és Pályi Balázs (Ságvári, Szeged); 3. Hartyányi Attila (Radnóti, Szeged), Molnár László (Verseggy, Szolnok), Tari Árpád (Radnóti, Szeged), Török Attila (Ságvári, Szeged) és Varga Ferenc (Ságvári, Szeged); 4. Horváth Zoltán (Verseggy, Szolnok); 5. Kurucz Zoltán (Varga, Szolnok); 6. Sarkadi Szabó Kornél (Horváth, Szentes).

III. osztály: 1. Nádas Szilveszter (Verseggy, Szolnok) és Szegedi Kornél (Varga, Szolnok); 2. Bánhalmi András (Verseggy, Szolnok); 3. Csécsei István (Verseggy, Szolnok), Janurik Lajos (Ságvári, Szeged) és Losonczy Áron (Batsányi, Csongrád); 4. Toókos Ferenc (Horváth, Szentes); 5. Harman Zoltán (Varga, Szolnok); 6. Kokavec János (Karácsonyi, Gyula).

IV. osztály: 1. Juhász Róbert (Eötvös, Heves); 2. Szép János (Verseggy, Szolnok); 3. Pető Csaba (Bethlen, Hódmezővásárhely); 4. Szabó Erika (Radnóti, Szeged) és Szakáll Gábor (Radnóti, Szeged); 5. Czúcz Bálint (Radnóti, Szeged) és Krakovszki Árpád (Ságvári, Szeged); 6. Pitrik József (Ságvári, Szeged).

Szakközépiskola:

I. osztály: 1. Nagy-György Attila (Déri, Szeged); 2. Óvári Sándor (Boros, Szentes); 3. Dobosi Gábor (Energetikai, Paks); 4. Olasz Attila (Déri, Szeged); 5. Császtai Péter (Energetikai, Paks) és Lányi Árpád (Déri, Szeged); 6. Doszkocs Péter (Déri, Szeged).

II. osztály: 1. Rideg Balázs és Zsebők Sándor (mindkettő Energetikai, Paks); 2. Angeli

János és Lehotai Gábor (mindkettő Energetikai, Paks); 3. Szabadi Péter (Energetikai, Paks); 4. Klampeczki Zsolt (Gépészeti, Békéscsaba) és Molnár Zsolt (Energetikai, Paks); 5. Lódri Csaba (Vedres, Szeged) és Triesz Péter (Gábor, Szeged); 6. Lóki Gábor (Energetikai, Paks), Papp Gábor (Energetikai, Paks) és Robel István (Ady, Nagyvárad).

III. osztály: 1. Kovács Krisztián (Kemény, Békéscsaba); 2. Bajor Péter (Energetikai, Paks); 3. Kovács Miklós (Déri, Szeged); 4. Barkócy Péter (Energetikai, Paks); 5. Romhány Gábor (Déri, Szeged); 6. Kutas Gergely (Déri, Szeged) és Imre Péter (Kossuth, Hódmezővásárhely).

IV. osztály: 1. Csányi Sándor (Déri, Szeged) és Korpos Tibor (Energetikai, Paks); 2. nem adták ki; 3. Csorba Zoltán (Széchenyi, Békéscsaba); 4. Dobó Zoltán (Csonka, Szeged); 5. Kondocs László (Vedres, Szeged); 6. Kovács László (Gépészeti, Békéscsaba).

Az 1995. évi verseny helyezettjei

Gimnázium:

I. osztály: 1. Bognár Attila (Radnóti, Szeged) 2. Herczeg György (Radnóti, Szeged) és Szabó Szilvia (Eötvös, Heves) 3. Bálint Imre és Mihácz András (mindkettő Ságvári, Szeged) 4. Csizmadia László (Radnóti, Szeged) 5. Till Sára és Varga Gusztáv (mindkettő Radnóti, Szeged).

II. osztály: 1. Fancsali Szabolcs (Verseggy, Szolnok), Kiss András (Erkel, Gyula) és Pintér Áron (Ságvári, Szeged); 2. Tamási Ferenc (Bethlen, Hódmezővásárhely); 3. Mingesz Róbert (Ságvári, Szeged); 4. Boldoczki János (Radnóti, Szeged), Nagy Zsolt (Varga, Szolnok) és Priskin Zoltán (Deák, Szeged); 5. Papp Dániel (Radnóti, Szeged); 6. Miklós Balázs (Ságvári, Szeged) és Pokol Gergő (Varga, Szolnok).

III. osztály: 1. Havasi Ferenc (Varga, Szolnok) és Pályi Balázs (Ságvári, Szeged); 2. Varga Ferenc (Ságvári, Szeged); 3. Gyukics Mihály és Kurucz Zoltán (mindkettő Varga, Szolnok); 4. nem adták ki; 5. Deák Szabolcs (Deák, Szeged); 6. Horváth Zoltán (Verseggy, Szolnok).

IV. osztály: 1. Harman Zoltán (Varga, Szolnok); 2. nem adták ki; 3. Horváth Ákos (Varga, Szolnok); 4. Germán Angéla (Varga, Szolnok), Körtvélyessy Péter (Deák, Szeged), Németh Szilárd (Varga, Szolnok) és Toókos Ferenc (Horváth, Szentes); 5. Nádas Szilveszter és Bánhalmi András (mindkettő Verseggy, Szolnok); 6. Kiss Balázs (Bethlen, Hódmezővásárhely), Kokavecz János (Karácsonyi, Gyula), Losonczy Áron (Batsányi, Csongrád) és Szegedi Kornél (Varga, Szolnok).

Szakközépiskola:

I. osztály: 1. Lovas László (Déri, Szeged); 2. Boros Péter (Gépészeti, Békéscsaba); 3. Pacskó Ágnes (Energetikai, Paks), Gémesi Roland (Déri, Szeged), Szeles Brigitta (Boros, Szentes) és Szilágyi Éva (Boros, Szentes).

II. osztály: 1. Vörös Sándor (Energetikai, Paks); 2. Szombat Zoltán (Energetikai, Paks); 3. Ádám György (Csonka, Szeged); 4. Császi Péter (Energetikai, Paks) és Radnai Róbert (Gépészeti, Békéscsaba); 5. Kiss Viktor (Energetikai, Paks) és Csomós László (Széchenyi, Békéscsaba); 6. Nagy-György Attila (Déri, Szeged) és Kolozsári József (Csonka, Szeged).

III. osztály: 1. Rideg Balázs, Szabadi Péter és Zsebők Sándor (mindhármán Energetikai, Paks); 2. Klampeczki Zsolt (Gépészeti, Békéscsaba) és Molnár Zsolt (Energetikai, Paks); 3. Csáki Sándor (Kossuth, Hódmezővásárhely) és Prókai Tibor (Déri, Szeged); 4. Angeli János (Energetikai, Paks) és Szegedi Péter (Gépészeti, Békéscsaba); 5. Prókai Attila (Déri, Szeged); 6. Pataki András (Déri, Szeged).

IV. osztály: 1. Kovács Krisztián (Kemény, Békéscsaba); 2. Kutas Gergely (Déri, Szeged); 3. Romhány Gábor (Déri, Szeged); 4. Kovács Miklós (Déri, Szeged); 5. Imre Péter (Kossuth, Hódmezővásárhely); 6. Rácz Zsolt (Déri, Szeged) és Vidéki András (Kossuth, Hódmezővásárhely).

Korlátozott anyagi lehetőségeink miatt csak a Csongrád megyei versenyzőket tudtuk tárgyjutalomban részesíteni. A legjobbak jutalma rendszerint zsebszámológép. A további díjak könyvek és KöMaL-előfizetés. A díjakat a versenyt támogató intézmények és cégek

ajánlották föl: az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Csongrád Megyei Csoportja, a JATE Fizikus Tanszékcsoport, Hódmezővásárhely Önkormányzata, az SZBK Biofizikai Intézete, a JGYTF Fizika Tanszéke, a Csongrád Megyei Önkormányzat, az AGROBANK RT, a MTESZ, IMOSOF Kft. és Vinczéné Török Ilona. Még egyszer köszönjük, hogy támogatták a versenyt.

A kitűzött feladatokat ezúton tesszük közzé, a diákoknak adott tájékoztatóval együtt. A feladatokat jelen írás szerzői állították össze, míg a szervezés oroszlánrészét Hilbert Margit végezte. Köszönetünket fejezzük ki Varjú Katalin fizikushallgatónak, hogy a verseny lebonyolítása közben nagy odaadással segítette munkánkat.

Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny 1994. március 24.

A gimnazisták feladatai:

- I. osztály: 1., 2., 3. feladat
- II. osztály: 3., 7., 9. feladat
- III. osztály: 5., 8., 10. feladat
- IV. osztály: 6., 11., 12. feladat.

A szakközépiskolások feladatai:

- I. osztály: 1., 2., 3., 4. feladat
- II. osztály: 3., 4., 5., 6. feladat
- III. osztály: 5., 6., 10., 11. feladat
- IV. osztály: 3., 5., 10., 11. feladat.

A szakközépiskolások a kijelölt feladatokból hármat választhatnak. Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészíteni, bármely segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A megoldásokat nem szükséges leosztátnia, törekedjen a világos, áttekinthető leírásra!

1. Az 1346 m hosszú bobpályán az egyik számban a győztes ideje 51,11 s, és közvetlenül a beérkezés előtt mért sebessége $127,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ volt. Mekkora volt az átlagsebessége

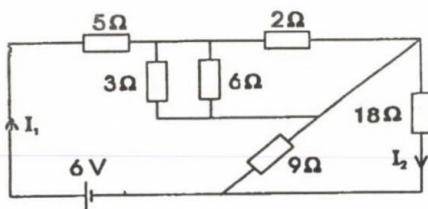
ge? Ha a bobversenyen is együtt indulnának a versenyzők, mint például a síkfutásnál (ami persze lehetetlen), akkor a célba éréskor kellen-e célfotót használni? Az egymás utáni helyezettek között legalább 0,02 s különbség van a futásidőben. Becsülje meg a pályán a rajt és a cél magasságának különbségét! Írja le, hogy a becslésnél mit vett figyelembe és mit hanyagolt el!

2. Egy téli napon $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os 0 % nedvesgőztartalmú levegőt lélegzünk be, óránként 0,45 kg-ot. A testünkben a levegő állandó nyomáson felmelegszik és nedves lesz, így $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os és 100 %-os páratartalmú levegőt lélegzünk ki. $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 1 kg 100 %-os relatív páratartalmú levegő 0,041 kg vízgőzt tartalmaz. Mennyi energiát adtunk a légcseré miatt a környezetünknek, ha 2 óráig voltunk a szabadban? Közben 3 dl forró, $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os teát iszunk. Mennyi cukrot tegyünk bele, hogy pótolja az energiavesztésünket?

$$\left(c_p = 997 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}; \text{ a víz párolgáshője } 37\text{ }^{\circ}\text{C-on} \right. \\ \left. L_p = 2417 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}; \text{ a cukor energiatartalma} \right. \\ \left. 17 \frac{\text{kJ}}{\text{g}}; \text{ a víz fajhője } 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}. \right)$$

3. Van két, vékony csővel összekötött tartályunk. Az A tartály térfogata háromszor akkora, mint a B tartályé. Az edényekben kezdetben $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű, 10^5 Pa nyomású levegő van. Ezután A-t $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegítjük, és ezen a hőmérsékleten tartjuk, míg B hőmérséklete változatlanul $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hány százalékkal változik a tartályokban levő gáz tömege, és mekkora lesz az edényekben a nyomás?

4. Határozzuk meg az ábrán látható kapcsolásban az eredő ellenállást, és az I_1 és I_2 áramerősségeket!



5. Egy 250 m^2 alapterületű medencében $6\text{ m} \times 10\text{ m}$ alapterületű téglatest úszik. A víz szintje ekkor 2 m-rel alacsonyabb a medence pereménél. Az úszó testre ezután 50 tonna terhet rakunk, majd a medencét 1 m átmérőjű csövön keresztül színültig töltjük vízzel. Mennyit süllyedt az úszó test a terheléskor a parthoz képest? Mennyi vizet kellett a medencébe vezetni? Mennyi ideig tartott a medence feltöltése, ha a csőben $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel áramlott a víz?

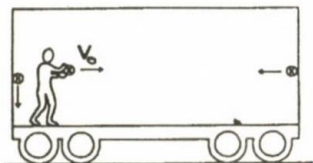
6. Egy hőszigetelt hengeres edénybe M tömegű, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os jeget helyeztek és úgy a fénkhöz szorították, hogy olvadás közben sem tud felemelkedni. Azután ráöntöttek a jégre ugyancsak M tömegű vizet úgy, hogy a víz teljesen ellepte a jeget, és kezdetben 20 cm magasan állt az edényben. Határozzuk meg, milyen volt a ráöntött víz hőmérséklete, ha a hőegyensúly beálltaig a víz szintje 0,4 cm-rel süllyedt. A víz sűrűsége $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a jégé $920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a víz fajhője $4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$, a jég olvadáshője $330 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

7. Egy 30° -os lejtőn gyerekek szánkóznak. A 40 kg-os Pistikének éppen csak, hogy sikerül felhúznia a szánkón ülő kistestvérét, pedig a pálya igen jól csúszik. A szánkó a kistestvérral együtt 20 kg tömegű, és a húzókötél a lejtő síkjával 15° -os szöget zár be. Mekkora a tapadási együttható, ha a súrlódási erő elhanyagolható a szánkó és a lejtő között? Mekkora erővel húzza a szánkót Pisti? $\left(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$

8. Könnyen guruló, dobozszerű kocsi végében áll egy fiú. A fiú és a doboz együttes tömege M . A fiú v_0 sebességgel eldob egy m tömegű labdát a szemközti falra, ahonnan az rugalmasan visszapattan, majd az L hosszúságú kocsi másik végével rugalmatlanul ütközik és leesik. Írjuk le a kocsi mozgását! A kocsi súrlódás nélkül mozoghat. A labda pályájának vízszintestől való eltérését hanyagoljuk el!

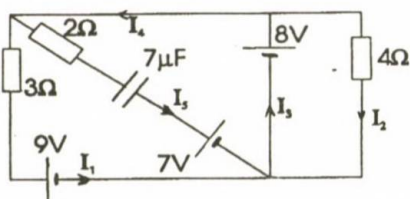
Adatok: $M = 50 \text{ kg}$, $m = 2 \text{ kg}$, $v_0 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$,

$L = 6 \text{ m}$.

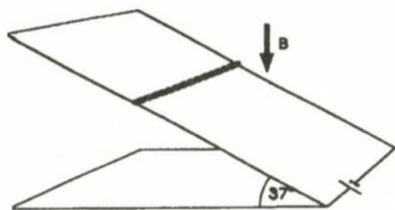


9. Egy vitorlás vihar idején a 10 m mély kikötőben van lehorgonyozva. Szél fúj, ami a hajót közelítőleg vízszintesen nyomja állandó, 7000 N erővel. A horgonykötél 50 m hosszú és feszes. Mekkora a kötélben ébredő erő? Mekkora munkát végez a legénység, ha 30 m-t bevon a kötélből? Mennyi most a kötelet feszítő erő?

10. Határozzuk meg az ábrán látható kapcsolásban az I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , I_5 áramerősségeket és a kondenzátor töltését!



11. Két párhuzamos, elhanyagolható ellenállású vezetősínből lejtőt képeztünk. A vezeték egyik végét egy $\mathcal{E}$ elektromotoros erejű teleppel összekötjük. A sínekre merőlegesen m tömegű, R ellenállású rudat fektetünk. Az egész elrendezés függőlegesen lefelé mutat, homogén B indukciójú mágneses mezőben van. Mekkora a körben folyó áram, ha a rúd nyugalomban van? Mekkora a rúd ellenállása? A párhuzamos vezeték távolsága 60 cm, $\mathcal{E} = 3 \text{ V}$, $m = 50 \text{ g}$, $B = 0,30 \text{ T}$. Ha B értékét 5 %-kal csökkentjük, egy idő után mekkora állandósult sebességgel fog a rúd mozogni?



A súrlódás elhanyagolható. $\left(g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$

12. A f fókusztávolságú gyűjtőlencse optikai tengelyével párhuzamosan pontszerű fényforrás mozog. Milyen távol van a lencsétől abban a pillanatban, amikor a képe sebességének nagysága egyenlő az ő sebességnagyságával? A fényforrásnak az optikai tengelytől mért távolsága $\frac{f}{4}$.

Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny 1995. január 19.

A gimnazisták feladatai:

- I. osztály: 1, 2, 3.
- II. osztály: 2 vagy 6, 7, 8.
- III. osztály: 8, 9, 10.
- IV. osztály: 10, 11, 12.

A szakközépiskolások feladatai:

- I. osztály: 1-9.
- II. osztály: 1-9.
- III. osztály: 6-12.
- IV. osztály: 6-12.

Egy feladat teljes és hibátlan megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásait önállóan kell elkészítenie, bármely segédeszköz (könyv, jegyzet, számológép) használható. A rendelkezésre álló idő 180 perc. Minden feladatot külön lapon oldjon meg! A megoldásokat nem szükséges letisztáznia, törekedjen a világos, áttekinthető leírásra! A szakközépiskolai tanulók az ajánlott feladatokból választhatnak, a verseny eredményébe a legsikeresebb négy megoldása számít.

A gimnáziumi II. osztályosoknak választaniuk kell, hogy a 2. vagy a 6. feladatot oldják-e meg!

1. A mozdony kerekének sugara 0°C -on 1 m. Határozzuk meg, hogy 100 km-es úton 25°C -os nyári napon és -25°C -os téli napon mennyivel különbözik a kerék fordulatainak száma! A fémkerek lineáris hőtágulási együtthatója $0,000012 \frac{1}{^\circ\text{C}}$.

2. Mekkora Q hőmennyiséget kell közölni 0,1 kg neongázzal, hogy hőmérsékletét 5°C -kal emeljük, ha a melegítés során a neon nyomása egyenesen arányos a térfogatával?

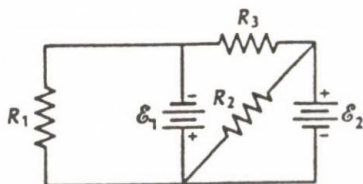
3. A vizet megfelelő körületekintéssel egészen -10°C -ig túl lehet hűteni. Mekkora tömegű jég képződik az ilyen víz 1 kg-jából, ha jégdarabot dobunk bele és ezzel előidézzük a fagyást? Tekintsük úgy, hogy a túlhűtött víz hőkapacitása nem függ a hőmérséklettől és egyenlő a közönséges víz hőkapacitásával!

4. Egy injekciós fecskendőből 10^{-6} m^3 orvosságot 3 s idő alatt a beteg vénájába kell juttatni, ehhez a tű két vége között állandó nyomáskülönbséget kell fenntartanunk. Az egysegnyi idő alatt átáramló folyadék I mennyisége függ a cső alakú tű végei közötti nyomáskülönbségtől, a cső L hosszától, R sugarától az alábbiak szerint:

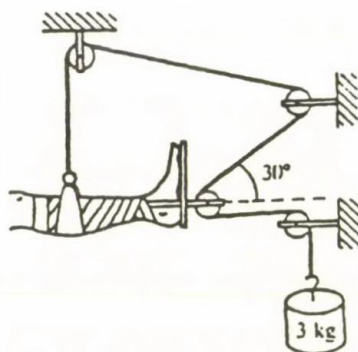
$$I = \frac{B(p_2 - p_1)R^4}{L},$$

ahol a $B = 260 \frac{1}{\text{Pa} \cdot \text{s}}$ konstans tartalmazza a folyadékra jellemző mennyiséget. A fecskendő keresztmetszete $8 \cdot 10^{-5}\text{ m}^2$, a $8 \cdot 10^{-4}\text{ m}$ átmérőjű tű 4 cm hosszú és a vénában a vér túlnyomása 1900 Pa. Készítsen rajzot! Mekkora erővel kell a fecskendő végét nyomni?

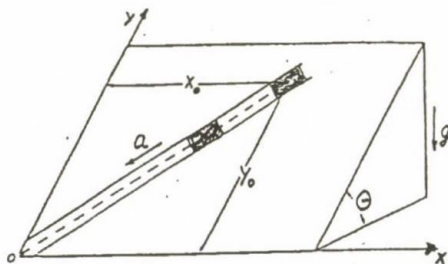
5. Mekkora az ábrán látható kapcsolásban az ellenállásokon és a telepeken keresztül folyó áramok? Adatok: $\mathcal{E}_1 = 6\text{ V}$, $\mathcal{E}_2 = 3\text{ V}$, $R_1 = 6\ \Omega$, $R_2 = 4\ \Omega$, $R_3 = 2\ \Omega$.



6. Mekkora erő nyújtja és mekkora erő emeli a beteg lábát az ábrán látható nyújtógépben? A csigák és kötelek súrlódásmentesek és elhanyagolható tömegűek.



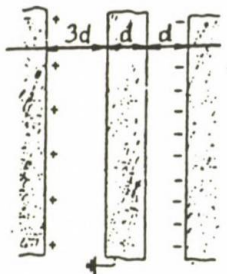
7. Egy, a vízszintessel Θ szöget bezáró ferde síkon a rajzon látható módon egy keskeny csatorna fut le az origóba, amelyben egy kicsiny test súrlódás nélkül lecsúszhat. Az (x_0, y_0) pontból zérus sebességgel induló test mekkora gyorsulással mozog, mekkora lesz leérkezéskor a sebessége? Mennyi idő alatt ér le a test? Adatok: $\Theta = 30^\circ$, $x_0 = 3\text{ m}$, $y_0 = 4\text{ m}$.



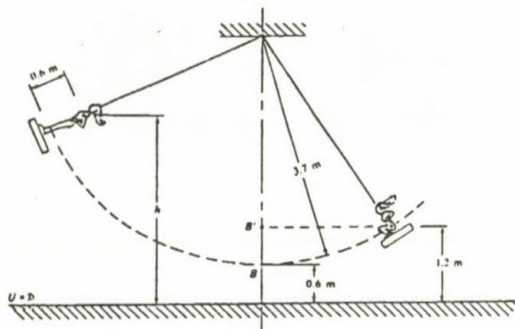
8. Egy üresen 0,6 kg tömegű, 10 l-es vödört ráhelyezünk egy digitális mérlegre, majd állandó erősségű vízárammal tölteni kezdjük, amely 10 m magasságból ömlik $0,5 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$ erősséggel. Ábrázolja a mérleg által mutatott „tömeget” az idő függvényében! Ha megtelik a vödör, a fölösleg a mérleg mellett zavartalanul el tud folyni.

9. Az ábrán látható módon a bal oldali fémlemezre felületegységenként $+\sigma$ töltést viszünk. A jobb oldalra pedig -2σ töltést felületegységenként. Határozzuk meg a töltéssűrűséget a köztük elhelyezkedő földelt fémlemez két felületén! Mekkora a feszültség a két szélő lemez között? Rajzoljuk fel az elektromos tér-

erősséget és potenciált a + töltésű lemeztől mért merőleges távolság függvényében! A lemezeket tekintsük végtelen nagyoknak!

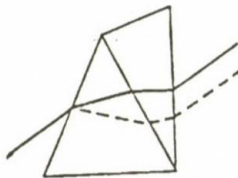


10. Súlytalan kötélre függesztett, elhanyagolható tömegű deszkán kislány hintázik. A hinta jobb szélső helyzetében, amikor a kislány teljesen leguggol, súlypontja 1,2 m-re van a földtől. A kislány tömege 40 kg, a kötél 3,7 m hosszú. A kislány úgy hajtja magát a hintán, hogy a legalsó pontban, amelynek távolsága a földtől 0,6 m, pillanatszerűen feláll, miközben súlypontja 0,6 m-rel megemelkedik. Milyen magasan lesz a kislány súlypontja a bal oldali szélső helyzetben? A kislány tehetetlenségi nyomatéka a súlypontján átmenő, a rajz síkjára merőleges tengelyre vonatkozóan, álló helyzetben 4 kgm^2 , guggoló helyzetben feleakkora.



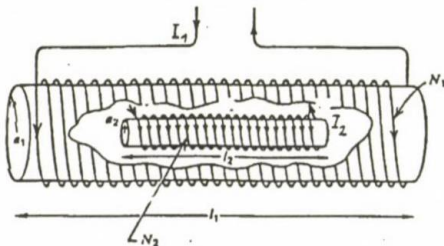
11. Ha egy φ kis törőszögű, n törésmutatójú prizmán halad át a fény, akkor a prizmból kilépő és az arra beeső sugarak által bezárt δ eltérítési szög egy közelítő formulával számolható: $\delta = (n - 1)\varphi$. Ha két különböző üvegből készült prizmat egymás mellé helyezünk az ábrán látható módon, és két azonos szögben beeső, különböző hullámhosszú fénysugár a rajtuk való áthaladás után azonos szöggel térül

el eredeti irányához képest, akkor azt mondjuk, hogy a prizmapár erre a két hullámhosszra akromatikus. Egy 10° -os koronaüveg prizma-hoz milyen törőszögű flintüveg prizmat kell illeszteni, hogy az akromatikus legyen a Nap C és F spektrumvonalaira? Határozza meg a prizmakombináció eltérítési szögét a Nap D vonalára! Készítsen rajzot, melyen nyomon lehet követni a számolásait! A koronaüveg törésmutatója a C, D, F vonalakra $n_C = 1,514$, $n_D = 1,517$, $n_F = 1,523$; a flintüvegé pedig $n_C' = 1,644$, $n_D' = 1,650$, $n_F' = 1,664$.



12. Két hosszú, egyenes tekercs az ábra szerint egymásba van tolva. A külső tekercs hossza ℓ_1 , sugara a_1 , menetszáma N_1 és I_1 időben változó áram folyik át rajta. A belső tekercs adatai rendre ℓ_2 , a_2 , N_2 és I_2 .

- Adjuk meg a tekercsek önindukciós együtthatóit és a kölcsönös indukciós együtthatót!
- Mekkora az egyes tekercsek feszültsége?
- Ezután kapcsoljuk sorba a tekercseket oly módon, hogy $I_1 = I_2$, és az általuk keltett mágneses fluxus azonos irányú legyen. Mekkora ez esetben a rendszer önindukciós együtthatója?
- Feleljünk az előző kérdésre, ha a $I_1 = -I_2$, azaz a sorba kötött tekercsek fluxusai ellentétes irányúak!





KONTINUITÁS

ARANYDIPLOMÁSAINK II.

Beszélgetés Bor Pál aranydiplomás, nyugalmazott főiskolai tanárral

– Tanár Úr! Mi motiválta a fizikatanári pályaválasztásában?

– Több véletlennek köszönhetően lettem fizikatanár. A hódmezővásárhelyi pusztai egykori osztatlan elemi iskolájában a fizika szót nem is hallottam. A város gimnáziumába kerülve az irodalom szerelmesevé váltam, még önképzőköri elnök is lettem, és magyar szakos tanárnak készültem. Az első véletlen egy szegedi Eötvös-kollégista sakktársam, Rapcsák András közreműködése volt. Annyi szépet és jót mondott a kollégiumról, és ráadásul a kezembe nyomta – többek között – Kürschák matematikai versenytételeit, hogy ezektől indítva felvételemet kértem a szegedi Eötvös-kollégiumba, matematika-fizika szakra.

A felvételi vizsgám felemásan sikerült. Noha kitűnően érettségiztem, fizikából lényegében csak egyetlen kérdésre tudtam pontos választ adni: „Kitől és melyik gimnáziumban lehet ilyen keveset tanulni?” Amilyen gyászosan szerepeltem fizikából, olyan sikeres voltam matematikából – hála Rapcsák András által a matematika iránt keltett érdeklődésnek.

A második véletlen: felvettek az Eötvös-kollégiumba.

– Az egyetem elvégzése után milyenek voltak a pályakezdés évei?



– 1941-ben, ötödik éves egyetemista koromban a szegedi egyetem Kísérleti Fizikai Intézetében először díjtalan gyakornok lettem, később díjas gyakornok, majd tanársegéd. Az 1944-es német megszállás után, amikor az egyetem nyugatra készült menekülni, én az orosházi gimnáziumba – pályakezdésem gyönyörű éveinek színhelyére – mentem tanárnak.

– A „Megszállottak” c. könyvében Gyarmati István, a mai magyar fizikus társadalom kiemelkedő tudósa, a következőket nyilatkozta:

„Szerencsésnek mondhatom magam, mert az orosházi gimnáziumban kitűnő

kémia- és fizikatanárom volt: Kazár József és Bor Pál. Ők a pedagógia előírtas módszertana helyett „csak” három dologhoz értettek. Kitűnően ismerték szaktárgyukat, azt világosan el tudták magyarázni és számonkéréskor következetesen magas mércét támasztottak. Bor tanár úr kvalitásait az illetékesek is ismerték és a későbbiek során vele több gimnáziumi és egyéb tankönyvet írat-tak.”

– Ehhez a nyilatkozathoz tanári oldalról hozzá kell fűznöm, hogy annak idején nem kényszerbeiskolázott diákokat kellett tanítani, főleg nem erőszakolt célkitűzésekkel és módszerekkel, hanem olyanokat, akik tudni akartak, ehhez józan paraszti eszük is volt, és akik tudták, hogy érvényesülésük egyetlen lehetősége az, ha minél több tudást szereznek. Csak az érdeklődésüket kellett felkelteni. Ez sokukban kíváncsisággá fejlődött, és nem tudtak szabadulni eszük és tehetségük használatától. Sokuk közül is kiemelkedett Gyarmati István. Amikor sokfelől érkezett felkérés hozzám ismeretterjesztő előadások tartására, magam helyett bátran ajánlottam őt a SZOT megyei szervezétének. A naprendszeréről, a csillagok világáról, az atomenergiáról stb. mindig készen állt előadást tartani.

1947-ben a szegedi tankerületben a matematika és ábrázoló geometria szakfelügyeletével bíztak meg. Ezzel mintha távolodtam volna a fizikától. 1949-ben ismét egy véletlen újból a fizikához közelített. A szovjet fizikatanönyvek magyarországi alkalmazhatatlanságáról kifejtett nézeteim „büntetéseként” megbíztak az általános iskola 7., majd a gimnázium 2., 3. és 4. osztályos fizikatanönyveinek – részben társszerzőkkel való – megírásával. Az elsőre 39 napot, a másodikra 3 hónapot, a többire fél-fél évet adtak.

Nem tudom, miért nem kértek fel nálam tapasztaltabb, felkészültebb és kedvezőbb körülmények között dolgozó kollégákat. Annak az iskolának a felső tagozata – ahol akkor tanítottam – 1946-ig tanfolyam jellegű volt, szertára házi készítésű eszközökből állott, szakkönyvtára, előadóterme nem volt. Ugyanakkor a

tankönyvíráshoz nem létezett érvényes tanterv, megjelenés előtt a tankönyveket senki sem bírálta, nem lehetett őket kipróbálni. A társszerzők egyike Szegeden tanított, a többi Pesten dolgozott, én meg közben teljes óraszámban tanítottam Orosházán. Mindez meglátszott az elkészült tankönyvek minőségén – bár meg kell jegyezni, hogy a korszak tankönyvirodalmából nem „lógta” ki. Egyik könyvvel sem kellett külön foglalkoznia a szakmának, sem a közvéleménynek – mint némely más könyvnél megtörtént.

1955-59 között a mezőgazdasági és közgazdasági technikumok számára kétszer két kötet fizikatanönyvet írtam, mindegyikükre egy-egy esztendő t kaptam. Ezekkel a tankönyvekkel elégedett vagyok. Spanyol nyelvre is lefordították és kiejánlották Kubába őket.

A 70-es évek végén a szegedi főiskola fizika tanszékén 5-8 tagú tankönyvírói munkacsoport alakult. Két általános iskolai tankönyv és két módszertani könyv megírásában vállaltam részt. A főiskolán töltött évek alatt a főiskolai hallgatók számára is írtam hőtan jegyzetet és más oktatási segédanyagokat.

– Mikor és hogyan került Tanár Úr az orosházi gimnáziumból a főiskolára, ahol 1 vagy 2 cikluson keresztül főigazgató-helyettesi feladatokat is ellátott?

– A szegedi Tanárképző Főiskolára – vagy ahogyan akkor nevezték a Pedagógiai Főiskolára – 1956 augusztusában kerültem, újra egy véletlen közrejátszásával. A Főiskolai Tanács ugyanis nem az én pályázatomat fogadta el, de akiét elfogadta, az viszont – látva a csekély fizetést – visszalépett.

1969-ben megkerdezésem nélkül főiskolai főigazgató-helyettesnek neveztek ki. Kinevezésem rossz megoldás volt a főiskolának, nekem pedig még inkább.

– Tanár Úr! Beszéljen azokról az Ön által vezetett fizika feladatmegoldó délutánokról, amelyekre sok – ma már fizikusként vagy fizikatanárként, orvosként, mérnökként dolgozó –, akkor középiskolás önként és nagy élvezettel járt.

– 1959-től az Eötvös Loránd Fizikai Társulat szegedi csoportja és a TIT keretein belül középiskolásoknak fizikai feladatmegoldó szakköröket szerveztem és vezettem. A munka alapjául a Középiskolai Matematikai Lapok fizika rovata szolgált. Ez a lap 100 esztendő alatt a hazai tehetségek sokaságát segítette képességük kiteljesítéséhez – professzorságig, akadémiusságig, sőt Nobel-díjasságig.

A szakköri munka első lépése a kitűzött feladatban szereplő probléma elemzése volt: milyen jelenségek jöhetnek számításba, milyen törvények érvényesek ezekre, mik azok, amelyeknek biztosan nincs jelentőségük. Ilyen elemzések után a következő héten a diákok többnyire hozták a megoldást. A munka utolsó lépése a megoldás gondolatmenetének leírása és indoklása volt. Munkájuk során rájöttek, csak akkor értenek bármit is igazán, ha azt jól el is tudják mondani. A tudás nyelvi formába öntéssel válik igazi tudássá.

Több szakkörös a későbbiekben szép eredményeket ért el: első helyezést a nemzetközi diákolimpián, kandidátusi, nagydoktori fokozatot, akadémiusságot, kutatóintézeti, ill. egyetemi vezetői beosztást. Persze ezek a diákok nem azért vitték sokra, mert eljöttek a szakkörömbbe, hanem azért jöttek el a szakkörbe, mert tehetségesek és érdeklődők voltak. Ezeket az isteni adottságokat én csupán működtetni igyekeztem. Talán nem eredménytelenül. Illusztrálásként: egyik emlékülés szünetében magas, idős úr állt meg előttem. Bemutakozott. Ahogy ez ilyen esetekben lenni szokott, nem értettem a nevét. (Az SZBK főigazgatója volt.) Zavarban voltam, nem tudtam, mit akar. Végül is megkérdeztem, miben lehetek segítségére. Erre azt felelte, hogy az intézetében többen dolgoznak, akik sokat emlegetik az általam vezetett szakkörök hasznát. Ő csupán meg akarta ismerni azt, akiről annyit hallott.

Örömteli „szakkörösdimnek” a korábban már rossz megoldásként emlegetett főigazgató-helyettesi megbízatásom vetett véget.

– Mi a véleménye Tanár Úrnak az egységes tanárképzésről?

– A tanárképzésnek az iskolai oktatást kell szolgálnia. Nem tudni, milyen lesz a NAT, és mennyire élnek majd a $8+4$, $6+6$, a $6+4+2$, a $4+8$ tagozódású formák. Ha a harmadik változat lesz az uralkodó, akkor az egységes tanárképzés látszik a legcélravezetőbbnek. Olcsóbbnak is tűnik, bár bevezetése kétségtelenül külön kiadást jelent, éppen a legínségesebb időkben. Sok tapasztalatom alapján úgy érzem, most vajúdnak a hegyek és majd megszületik egy nevetséges kisegér.

– Mit üzen a Tanár Úr a mai hallgatóknak?

– Egyik üzenetem: a legjobb hatásfokú a folyamatos (nem zárthelyire, nem vizsgára koncentrált) tanulás!

Másik üzenetem: tanuljanak meg önállóan ismereteket szerezni a szakirodalomból eljutva odáig, hogy idegen nyelven is képesek legyenek szakkönyveket olvasni (csak az első 30 oldal nehéz!).

Harmadik üzenetem: a tananyag alapos megértéséhez, maradandó elsajátításához és alkalmazhatóvá tételéhez igen jó módszer a feladatmegoldás.

– Tanár Úr! A fizika tanítása szerkesztőségének, valamint az egykori tanítványok nevében nagyon jó egészséget kívánva gratulálok a sikerekben gazdag munkához.

*Dr. Kövesdi Katalin
főiskolai adjunktus*

Évfordulónaptár

375 éve halt meg **SIMON STEVIN**, holland matematikus, fizikus, mérnök. Nevéhez fűződik – többek között – az erőparalelogramma bevezetése, folyadékok egyensúlyának, valamint különböző tömegű ólomgolyók esési idejének kísérleti vizsgálata, lejtőn levő test egyensúlyának meghatározása. Részletesen foglalkozott a mágnesű deklinációjával.

300 éve született **EDME MARIOTTE**, francia fizikus, akit a légnyomás illetve a gáznyomás mérésével kapcsolatos kísérletei tettek híressé. Ő a jól ismert Boyle-Mariotte-gáztörvény társfeltalálója.

300 éve halt meg **CHRISTIAN HUYGENS**, holland fizikus, matematikus, csillagász. Bár jogi diplomát szerzett, már korán – alig 17 évesen – matematikai problémákkal foglalkozott. Szereplését a fizikában a testvérével közösen épített távcsővel végzett csillagászati vizsgálatokkal kezdte. Felfedezte a Szaturnusz gyűrűjét és egy bolygóját, az Orion-ködöt. 1657-ben megszerkeszti az ingaórát. A fénytán körében végzett kísérletei jelentőségükben túlszessnek a mechanikai vizsgálatain is. A ma fizikájában a fény hullámmélete Huygens nevével kapcsolatos, hiszen több fénytani jelenséget a fény hullámtermészetének feltételezésével értelmezett.

250 éve született **ALESSANDRO VOLTA**, itáliai fizikus, fiziológus. 1800-ban egy levélben ismertette a Royal Society elnökével találmányát, amelynek segítségével állandó egyenáramot lehetett előállítani (Volta-oszlop). Nevéhez fűződik még egy igen érzékeny elektroszkóp, valamint az elektromos megosztáson alapuló elektrosztatikus gép ősenek megalkotása. A hálás utókor úgy állított munkásságának emléket, hogy róla nevezte el az elektromos feszültség egységét.

175 éve született **JOHN TYNDALL**, angol fizikus. Az általa ismerttetett jelenség (az ablakon beszűrődő fény útjába eső porszemek rendezetlen, zegzugos mozgása) a Brown-mozgással együtt a gázcseccskék hőmozgásának meggyőző kísérleti igazolása.

150 éve született **WILHELM KONRAD RÖNTGEN**, Nobel-díjas német gépészmérnök, fizikus. A katódsugárzás vizsgálata közben véletlenül fedezte fel a röntgensugárzást. Az új sugarakat hihetetlen gyorsan a gyakorlat szolgálatába állították: 1885 decemberében közölte Röntgen

a kutatási eredményeit, és következő év januárjában – azaz alig egy hónap múlva – Angliában egy eltört kar csontjait már a röntgensugarak segítségével illesztettek össze.

100 éve halt meg **JEDLIK ÁNYOS**, aki 1828-ban már elektromotort szerkesztett, 1861-ben pedig megadta az öngerjesztésű dinamó elvét. Szerény, visszahúzó tudós volt. Ez az oka annak, hogy a világ a dinamóelektromos elv feltalálójaként nem őt, hanem SIEMENS-t ünnepli. Siemens a Jedlik által felismert elv segítségével megszerkesztett készülékének technikai és gazdasági jelentőségét fedezte fel és publikálta.

100 éve született **ÖVEGES JÓZSEF**, Kosuth-díjas magyar fizikatanár. 1919-1945 között a szegedi, tatabányai és budapesti piarista gimnáziumokban tanított eleinte mennyiségtant, földrajzot, vallást, majd később fizikát. 1945 után a budapesti József Nádor Műegyetemen, később a Közgazdasági Egyetemen intézeti tanár, majd a Budapesti Pedagógiai Főiskola fizika tanszékének tanszékvezető tanára. 1955-ben a Főiskola megszűnik, ekkor a Miskolci Nehézipari Egyetem meghívja Öveges Józsefet tanszékvezető egyetemi tanárnak, amely meghívást a kiváló szaktanár nem fogadja el, mert úgy érzi, hogy a fizika népszerűsítő oktatása érdekében végzett addigi munkáját ez az új feladat akadályozná.

Több 30 olyan szakkönyv szerzője, amelyekben a fizika és a mindennapi élet jelenségeinek kapcsolatáról egyszerűen és közérthetően írt. Számítalan természettudományos cikk írója, 1959-től 1979-ben bekövetkezett haláláig közel 250 rádióadásban a „nép tanítójaként” oktatta a tanulni vágyókat. Sokan emlékeznek még ma is a közel két évtizedig tartó 100 kérdés 100 felelet címmel indított televíziós sorozatra, amelynek szerkesztője, szervezője és műsorvezetője is volt. Közvetlen egyszerűséggel, bámulatos előadói és színészi képességekkel szinte „eljátszotta” a fizikát, hihetetlen nagy népszerűségre szert téve ezzel nemcsak hazánkban hanem közép-európa magyar-lakta vidékein is.

50 éve halt meg **MIKOLA SÁNDOR**, magyar fizikatanár. A pesti Fasori Evangélikus Gimnáziumban tanított fizikát. Az ő szakmai és emberi nagyságának is köszönhető, hogy tanítványai közül sokan híres, sőt Nobel-díjas tudóssokká váltak, mint Wigner Jenő, Neumann János, Kovács István.

Könyvajánlat

Szántó Lajos

Jól felkészültem-e ?

**Fizikai feladatsorozatok általános iskolásoknak
6., 7., 8. osztály**

A kiadványok feladatsorozatai felölelik az általános iskola osztályonkénti fizika tananyagát kérdések, rajzkészítési és számítási feladatok formájában.

A kérdések segítik a fogalmak tartalmának felidézését, a lényegkiemelést, támogatva ezzel mind a megértést, mind a megtanulást. Lehetőséget adnak az önellenőrzéshez, a hiányszágok felméréséhez. A feladatok között az egyszerűtől a többszörösen összetettig sokféle előfordul, s mind ezek, mind pedig a jelenségek lejátszódásának, egy-egy eszköz működési elvének elemzésére adott feladatok hatékonyan szolgálhatják a gondolkodás fejlődését.

Megjelent ára kötetenként: 198,- Ft

Radnóti Katalin

Így oldunk meg atomfizika feladatokat

Feladatgyűjteményünkkel azt a hiányt szeretnénk pótolni, amely az atomfizikai feladatok terén mutatkozik, bár már hosszú évek óta kötelező tananyagként szerepel a középiskolákban a fizikának ez a fejezete. Így-

keztünk a teljes problémakört lefedni feladatokkal.

Napjaink problémái nem köthetők szorosan egy tantárgyhoz, ez az atomfizika esetében is így van. Ezért feladatainkkal nem egy esetben átléptük a fizika tantárgy kereteit, kémiai, biológiai és néhány esetben földrajzi problémákat is felvetettünk, hogy csak a természettudományokat említsem. Az atomfizika, különösen a magfizikai része társadalmi vonatkozásait tekintve is komoly jelentőséggel bír. Ezért vettünk bele példatárunkba olyan fejezeteket is, mint kockázat, sugárvédelem, atomenergia.

A feladatok, problémák megoldását minden esetben ismertetjük, helyenként indoklással és elméleti kiegészítéssel is. Mind egyszerűbb, mint bonyolultabb példák is találhatók a kiadványban. Igyekeztünk a legújabb tudományos eredményeket is feldolgozni. Ezért került bele a példatárba „Az anyag végső építőkövei” című fejezet, amely a részecskefizika területéről, vizsgálati módszereiről ad rövid áttekintést.

A feladatok válogatásakor, szerkesztésekor, megoldásukkal elsősorban a középiskolai tanulók igényeit tartottuk szem előtt. Azonban valószínűleg hasznos segédeszköz lesz a felsőoktatásban tanulók számára is, különösen a fizika és kémia szakos hallgatóknak.

Megjelent

ára: 396,- Ft



A

fizika

TANÍTÁSA

05. SZEPTEMBER

ára: 90,- Ft

III. évf. / 4. sz.

TARTALOM

MINIMÁLIS DEVIÁCIÓ PRIZMÁN, KÍSÉRLETI ÚTON

Dr. Radnai Gyula
egyetemi docens, ELTE, Budapest

A LEJTŐVEL KAPCSOLATOS ISMERETEK ELSAJÁTÍTÁSA ÉS ALKALMAZÁSA

Dr. Zátanyi Sándor
mat-fiz. szakos tanár, Sopron

KÖRNYEZETI NEVELÉSI LEHETŐSÉGEK A FIZIKA TANTÁRGYBAN

Lendvainé Tóth Judit
középiskolai tanár, Budapest

BESZÁMOLÓ AZ 1995. ÉVI FRANK JÁNOS FELADATMEGOLDÓ VERSENYRŐL

Kövesdi Katalin
főiskolai adjunktus, Szeged

A KVANT NYOMÁBAN

Dr. Pintér Ferenc
főiskolai tanár, JGYTF, Szeged

FÉNY AZ ÉJSZAKÁBAN

Schwartzné Bonifert Katalin
mat-fiz. szakos tanár, Szeged

A fizika tanítása 1994. novemberi számában közölt Csete Lajos kapuvári gimnáziumi tanár egy ötletes (igaz kis-sé hosszadalmas) elemi levezetést annak bizonyítására, hogy a prizmán áthaladó fénysugár eltérülése – deviációja – akkor lesz minimális, amikor a sugármenet szimmetrikus. (3. oldal)

A fizika tantárgy keretein belül a környezeti nevelés terén igen sok a tennivaló. A jelenlegi tantervekben és tankönyvekben a környezeti problémák nem, vagy csak nyomokban szerepelnek. Bizonyos kérdésekkel kapcsolatban hiánypótló... (10. oldal)

Bármily furcsa is, az X-sugarak felfedezésének körülményeiről alig tudunk valamit. Ami 1895. november 8-a estéjén a würtzburgi egyetem fizika tanszékének privát laboratóriumában pontosan mi történt, az számunkra mindig ismeretlen marad. A kutató sajátkezűleg semmisítette... (29. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A FIZIKA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Bonifert Domonkosné dr.
főiskolai docens

Szerkesztőbizottság:

Dr. Kövesdi Katalin

főiskolai adjunktus

Dr. Miskolczi Józsefné

általános iskolai szakvezető

Dr. Molnár Miklós

egyetemi adjunktus

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 312-988,

FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Műszaki szerkesztő:

Vassné Németh Katalin

Tördelő szerk.: Kovács Attila

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 450 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent a Művelődési és
Közüktatási Minisztérium
támogatásával.

A fizika tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen for-
mában kizárólag a kiadó elő-
zetes írásbeli engedélyével tör-
ténhet.

ISSN 1216-6634

Készült a Dürer Nyomda Kft-ben
Felelős vezető: Székely András

TARTALOM

MINIMÁLIS DEVIÁCIÓ PRIZMÁN, KÍSÉRLETI ÚTON

Dr. Radnai Gyula

egyetemi docens, ELTE, Budapest

A LEJTŐVEL KAPCSOLATOS ISMERETEK ELSAJÁTÍTÁSA ÉS ALKALMAZÁSA

Dr. Zátanyi Sándor

mat-fiz. szakos tanár, Sopron

KÖRNYEZETI NEVELÉSI LEHETŐSÉGEK A FIZIKA TANTÁRGYBAN

Lendvainé Tóth Judit

középiskolai tanár, Budapest

BESZÁMOLÓ AZ 1995. ÉVI FRANK JÁNOS FELADATMEGOLDÓ VERSENYRŐL

Kövesdi Katalin

főiskolai adjunktus, Szeged

A KVANT NYOMÁBAN

Dr. Pintér Ferenc

főiskolai tanár, JGYTF, Szeged

FÉNY AZ ÉJSZAKÁBAN

Schwartzné Bonifert Katalin

mat-fiz. szakos tanár, Szeged

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.



FÓKUSZ

Dr. Radnai Gyula

Minimális deviáció prizmán, kísérleti úton

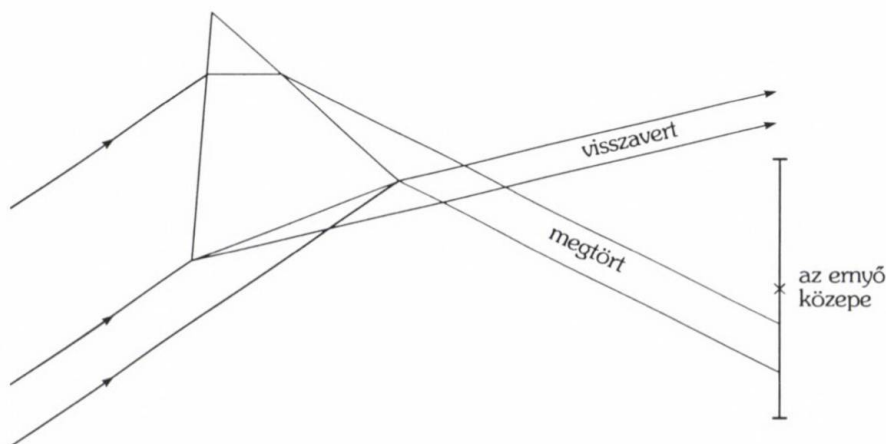
A fizika tanítása 1994. novemberi számában közölt Csete Lajos kapuvári gimnáziumi tanár egy ötletes (igaz kissé hosszadalmas) elemi levezetést annak bizonyítására, hogy a prizmán áthaladó fénysugár eltérése – deviációja – akkor lesz minimális, amikor a sugármenet szimmetrikus. A szokásos bizonyítás egy szélsőérték-feladat differenciálszámítással történő, nem minden iskolában tanítható megoldásával történik, ahogyan azt Csete Lajos is említi. A szerző azonban saját elemi levezetéséről is lebeszéli az olvasót, mondván „Ezt továbbra sem alkalmazhatjuk tanórán, legfeljebb azok, akiknek tengernyi idejük van”. Igaza van.

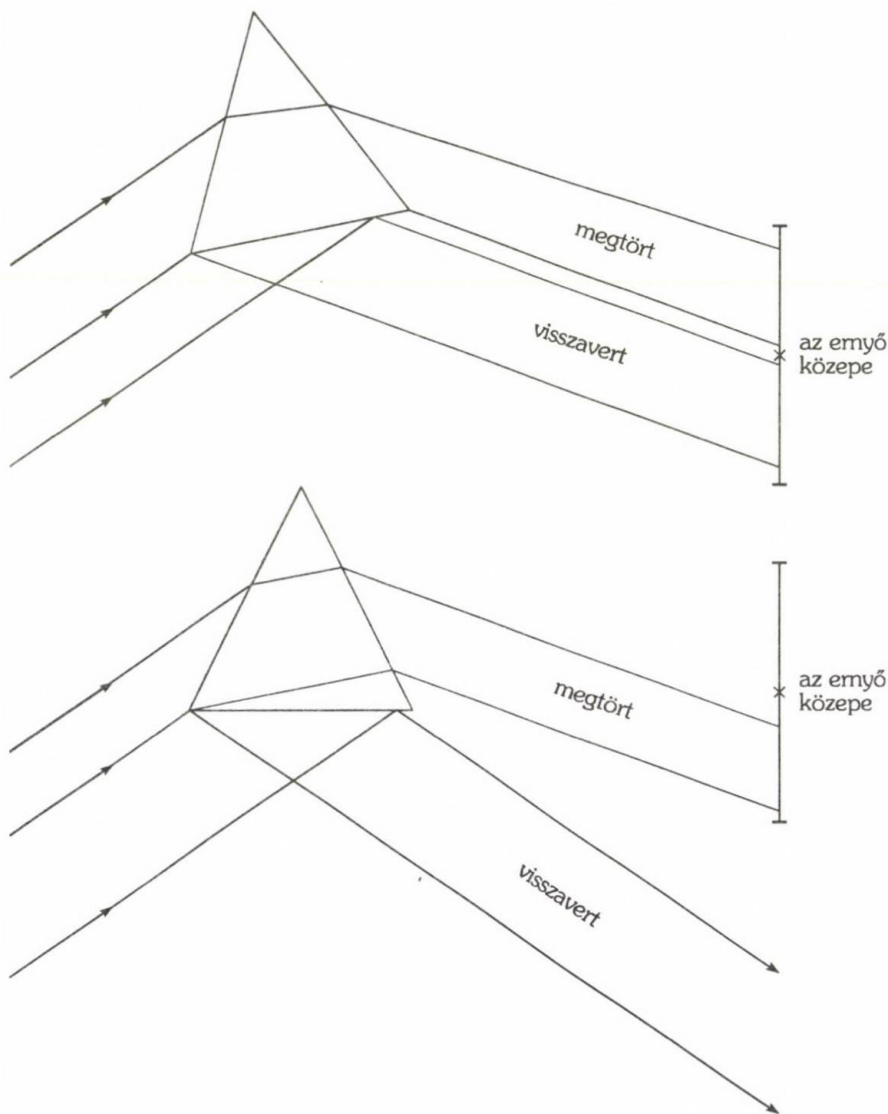
Mi tehát a teendő? A szerző egy harmadik utat ajánl, frappáns, indirekt okoskodást, amely akkor alkalmazható, ha már valahonnan

tudjuk, hogy létezik minimális deviáció. Ezek után ugyanis „ha a szimmetria nem állna fenn, akkor a fény irányának megfordítása arra vezetne, hogy a minimális eltéréshez két szög tartozna”. Ez elég egyszerű és meggyőző érvelés.

Immár három szép gondolatmenet is rendelkezésünkre áll ahhoz, hogy bebizonyítsuk tanítványainknak: valóban a szimmetrikus sugármenethez tartozik a legkisebb eltérés. Ha mégis van valami hiányérzetünk, az abból adódik, hogy mindhárom okoskodás matematikai jellegű. Jó lenne még egy meggyőző kísérlet is a fentiek alátámasztására.

Ezt szolgálja az alábbi, tanulói mérőkísérletként és tanári demonstrációs kísérletként egyaránt megvalósítható eljárás.





Vegyünk egy olyan üvegprizmát, amelynek keresztmetszete egyenlő szárú háromszög. A legtöbb szertárban van szabályos háromszög keresztmetszetű, 60° -os prizma, az például kiválóan megfelel. Állítsuk a prizmát vízszintes asztalra úgy, hogy törőéle függőleges legyen! Széles, párhuzamos, fehér fénynyalábbal világítsuk meg, hogy a nyaláb ne csak a prizma oldalát, hanem alaplapját is érje! A fénynek az a része, amely a prizma oldalára esik, megtörik, bejut a prizmába, majd a másik oldalon megtörve újra kilép. A fény másik része,

amely a prizma alaplapjára esik, részben visszaverődik erről a lapról. Az ernyőn két fénypont jelenik meg: a színes a prizmán megtört, eltérített fény, a fehér az alaplapról visszaverődött fény lesz.

Ha most függőleges tengely körül lassan forgatni kezdjük a prizmát, akkor mindkét fénypont elmozdul az ernyőn. A visszavert fénysugár elfordulása arányos a prizma elfordulásával, ezért ez a fénypont az ernyőn egy irányban mozog. A prizmán áthaladó, megtört fénysugár eltérítése azonban csak kezdetben

csökken, elér egy minimumot, majd újra nőni kezd. Ezért az általa adott fényfolt az ernyőn megváltoztatja mozgásának irányát. Azt a helyzetet kell kikeresnünk, ahol a legkisebb az eltérés: itt fordul meg a színes fényfolt mozgásának iránya.

Ebben a helyzetben azt fogjuk tapasztalni, hogy az eltérített fény adta színek és a viszszaverődött fény fehér fényfoltja szorosan egymás mellé kerül – gyakorlatilag egybe is esik – az ernyőn.

Dr. Zátanyi Sándor

A lejtővel kapcsolatos ismeretek elsajátítása és alkalmazása

A lejtővel, mint egyszerű géppel ismerkednek meg a tanulók az általános iskolában. Direkt módon vagy implicit formában azonban felhasználjuk a lejtővel kapcsolatos ismereteket az erő, az egyensúly, az egyenletesen gyorsuló mozgás, a munkavégzés, az energiamegmaradás, a határfok fogalmának a bevezetésekor, a későbbiek során pedig az erők felbontása, összetétele és sok más tananyagrészt tanításakor.

Általános tapasztalat, hogy a lejtő tanítása nem jelent különösebb problémát. Éppen ezért meglepő, hogy a korábbi és a közelmúltban végzett eredményvizsgálatok alkalmával a tanulók a lejtővel kapcsolatos feladatok nagy részének a megoldásában 50 %-nál alacsonyabb (27,5 % – 49,8 %) átlagteljesítményt értek el.

Mindebből kiindulva egy olyan eredményvizsgálatot végeztünk, amelynek az volt a célja, hogy megismerjük a tanulók megértésbeli problémáit. Olyan feladatsort állítottunk össze ennek érdekében, amelynek a megoldása és elemzése segítségével konkrét választ kaphatunk arra, hogy milyen mértékben ismerik a tanulók a tankönyvekben megfogalmazott összefüggéseket és milyen arányban képesek

Ez pedig azt jelenti, hogy minimális eltérés esetén a prizmából kilépő, eltérített fény párhuzamos az alaplapról visszatükrözött fénnel, vagyis a megtört fény sugármenete is szimmetrikus, akárcsak a reflektálté. Ezt akaruk megmutatni.

A minimális deviáció tételének fenti, kísérleti igazolását tapasztalataim szerint mind az egyetemen, mind a főiskolán élvezettel követték a tanár szakos hallgatók. Ők talán már így is tanítják az iskolában. Érdemes kipróbálni.

azokat egyszerű esetekre konkretizálni.

Az eredményvizsgálatot az 1994/95-ös tanévben végeztük el a területileg illetékes szaktanácsadók közreműködésével Győr-Moson-Sopron, Komárom-Esztergom, Veszprém és Vas megye 19 iskolájának 30 tanuló-csoportjában 572 tanuló részvételével. A felmérést a 8. osztályban (és nem közvetlenül a tananyag-feldolgozást követően) végeztük abból a megfontolásból kiindulva, hogy a tanulóknak viszonylag tartósan rögzült ismereteket és képességeket regisztrálhassuk.

A kitűzött feladatok a következők voltak:

A) változat

1. Hasonlítsd össze a lejtőn levő test egyensúlyban tartásához szükséges erőt a test súlyával! Egészítsd ki az alábbi mondatot! Az egyensúlyozó erő, mint a test súlya.

2. Mekkora erővel lehet a lejtőn egyensúlyban tartani a 600 N súlyú kocsit? Húzd alá a helyes választ!

- 600 N-nál kisebb erővel.
- 600 N erővel.
- 600 N-nál nagyobb erővel.

3. Hasonlítsd össze az egyensúlyban tartáshoz szükséges erőt, ha ugyanazt a testet először kisebb, majd nagyobb hajlásszögű lejtőre tesszük! Alkalmazd relációs jelet (< ; = ; >) a válaszadáshoz!

Kisebb hajlásszögű lejtőn Nagyobb hajlásszögű lejtőn

Az egyensúlyban tartáshoz szükséges erő:

 F_1 F_2

4. A kiskocsit 0,6 N erővel lehet egyensúlyban tartani a 40°-os lejtőn. Mekkora erő szükséges ugyanennek a kiskocsinak az egyensúlyban tartásához 25°-os lejtőn? Egészítsd ki az alábbi mondatot!

A 25°-os lejtőn erő szükséges a kiskocsi egyensúlyban tartásához.

5. Két lejtőn egy-egy kiskocsit tartunk egyensúlyban. Az egyiknek 200 N, a másiknak 300 N a súlya. Az egyensúlyban tartáshoz egyenlő erők szükségesek. Miként lehetséges ez?

B) változat

1. Hasonlítsd össze a lejtőn levő test egyensúlyban tartásához szükséges erőt a test súlyával! A megoldáshoz alkalmazd relációs jelet (< ; = ; >)!

Egyensúlyozó erő
 F_1

A test súlya
 F_2

2. Mekkora erővel lehet a lejtőn egyensúlyban tartani a 300 N súlyú kocsi? Egészítsd ki az alábbi mondatot!

A lejtőn a kocsi egyensúlyban tartásához erő szükséges.

3. Egészítsd ki az alábbi mondatot!

Minél kisebb a lejtő hajlásszöge, annál erővel lehet ugyanazt a testet egyensúlyban tartani.

4. A kiskocsit 0,8 N erővel lehet egyensúlyban tartani az 50°-os lejtőn. Mekkora erő

szükséges ugyanennek a kiskocsinak az egyensúlyban tartásához 20°-os lejtőn? Húzd alá a helyes választ!

a) 0,8 N erő.

b) 0,8 N-nál kisebb erő.

c) 0,8 N-nál nagyobb erő.

5. Két lejtőn egy-egy kiskocsit tartunk egyensúlyban. Az egyik lejtő hajlásszöge 40°, a másiké 25°. Az egyensúlyban tartáshoz egyenlő erők szükségesek. Miként lehetséges ez?

Az eredmények megoszlása feladatonként

A tanulók az egyes feladatok megoldásában az 1. táblázatban feltüntetett eredményeket érték el.

	A) változat	B) változat	Együtt
A tanulók száma	292	280	572
1. feladat	53,77 %	47,50 %	50,70 %
2. feladat	50,34 %	35,71 %	43,18 %
3. feladat	82,53 %	88,57 %	85,49 %
4. feladat	65,07 %	90,36 %	77,45 %
5. feladat	64,04 %	67,14 %	65,59 %
Összesen	63,15 %	65,86 %	64,48 %

1. táblázat

A feladatok megoldásainak értékelésekor figyelembe kell vennünk azt a körülményt, hogy hét feladatra (A: 1., 2., 3., 4., B: 1., 2., 4.) háromféle válasz, egy feladatra (B: 3.) pedig kétféle válasz közül választhattak a tanulók. Számításba kell vennünk azt is, hogy a tanulók többsége széles körű, iskolán kívüli tapasztalattal is rendelkezik a lejtővel kapcsolatban. Így a feladatok megoldásának eredményességét, nemcsak a fizika tanítása-tanulása során szerzett ismeretek, hanem ezek a tapasztalatok is befolyásolhatják.

A lejtővel kapcsolatos egyik alapismeret, hogy a lejtőn a test egyensúlyban tartásához szükséges erő mindig kisebb, mint a test sú-

lya (illetve mint a testre ható gravitációs erő). Ennek az összefüggésnek az ismeretét kívántuk ellenőrizni az 1/A és az 1/B feladattal. A 2/A és a 2/B feladat megoldatása révén pedig arról akartunk meggyőződni, hogy milyen mértékben képesek a tanulók ezt az összefüggést konkrét esetre alkalmazni.

Amint a táblázat utolsó oszlopában látható, az 1. feladat két változatának együttes megoldási szintje 50,70 %. A 2. feladat két változatát pedig a vizsgálatban részt vett tanulók 43,18 %-a oldotta meg helyesen.

Az 1. feladat megoldása során a tanulók 23,08 %-a, a 2. feladat esetében pedig 33,57 %-a tévesen úgy gondolta, hogy az egyensúlyban tartáshoz ugyanakkora erő szükséges, mint amekkora a test súlya.

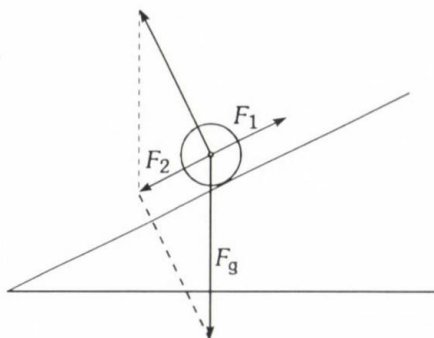
E tanulók többségének válasza a következőkre vezethető vissza. Korábbi tanulmányaik során többségében olyan jelenségeket elemeztek a tanulók, amikor csak két erő hatott az egyensúlyban levő testre. Ilyenkor a két erőhatás egyenlő nagyságú, egy egyenesben van, ellentétes irányú és ugyanazt a testet éri. A tanulók a feladat szövegéből azt emelték ki, hogy a test egyensúlyban van, és két erő nagyságát kell összehasonlítani. Ehhez asszociálták a korábbi, egyensúlyra vonatkozó ismeretüket, s adták meg a választ, hogy az egyensúlyozó erő ugyanakkora, mint a test súlya.

Figyelmén kívül hagyták e tanulók azt a tényt, hogy a lejtőn egyensúlyban levő testre kettőnél több erő hat (1. ábra), és ezek közül a test súlya, illetve a gravitációs erő (F_g), valamint az egyensúlyozó erő (F_1) nem esik egy egyenesbe és nem ellentétes irányú. Így erre az esetre nem alkalmazható a korábban megismert összefüggés.

Igaz, hogy a lejtőn egyensúlyban levő testre is hat az egyensúlyozó erővel (F_1) ellentétes irányú, egyenlő nagyságú erő (F_2), de az 1. és 2. feladat megoldása során nem ezeket kellett összehasonlítaniuk a tanulóknak.

Elgondolkodtató, hogy a tanulók 25,52 %-a (1. feladat), illetve 13,31 %-a (2. feladat) úgy gondolta, hogy a lejtőn a test egyensúlyban

tartásához nagyobb erő szükséges, mint a test súlya.



1. ábra

Amennyiben megvizsgáljuk, hogy milyen kapcsolat van az egyensúly feltételének az ismerete (1. feladat) és annak konkrét esetre történő alkalmazása között (2. feladat), akkor a 2. táblázatban feltüntetett adatokat kapjuk. (1-essel jelöltük a feladat jó megoldását, 0-val a hibás megoldást.)

Az 1. feladat megoldása	A 2. feladat megoldása	A tanulók száma	A tanulók aránya
1	1	226	39,51 %
1	0	64	11,19 %
0	1	21	3,67 %
0	0	261	45,63 %

2. táblázat

A tanulók jelentős hányada vagy jól oldotta meg mindkét feladatot, vagy egyiket sem tudta megoldani (39,51 % + 45,63 %). A tanulók egy része fel tudta idézni ugyan az összefüggést, de nem volt képes azt konkrét esetre alkalmazni (11,19 %). Néhány tanuló pedig hibásan adott választ az 1. kérdésre, de jól oldotta meg a 2. feladatot (3,67 %). E tanulók – feltehetően – nehezebben ismerték fel és idézték fel az általánosított formában megfogalmazott összefüggéseket, mint a konkrét mennyiségek, adatok közötti kapcsolatokat. Ez utóbbihoz közvetlenül hasznosítani tudták iskolán kívül szerzett gyakorlati tapasztalataikat is.

Ha a 2. táblázat adatainak a felhasználásával kiszámítjuk az 1. és a 2. feladat megoldása közötti összefüggést, akkor 0,71-os korrelációs együtthatót kapunk. Ez az érték szignifikánsan szoros összefüggést jelez a két feladat megoldásában elért eredmény között.

A lejtővel kapcsolatosan megismerkednek a tanulók azzal az összefüggéssel is, hogy *minél kisebb a lejtő hajlásszöge, annál kisebb erővel lehet ugyanazt a testet egyensúlyban tartani*. Ennek az összefüggésnek az ismeretéről kívántunk meggyőződni a 3/A és a 3/B feladattal. A 4/A és a 4/B feladat megoldása révén pedig azt, kívántuk ellenőrizni, hogy milyen mértékben képesek a tanulók ezt az összefüggést konkrét esetre alkalmazni.

Amint az 1. táblázat utolsó oszlopában látható, a 3. feladat két változatának együttes megoldási szintje 85,49 %. A 4. feladat két változatát pedig a vizsgálatban részt vett tanulók 77,45 %-a oldotta meg helyesen. A tanulók döntő többsége tehát helyesen idézte fel és jól alkalmazta a fenti összefüggést.

A 3. feladat megoldása során a tanulók 12,24 %-a, a 4. feladat esetében pedig 10,31 %-a tévesen úgy gondolta, hogy minél kisebb a lejtő hajlásszöge, annál nagyobb erővel lehet ugyanazt a testet egyensúlyban tartani.

Ha megvizsgáljuk, hogy milyen kapcsolat van a lejtő hajlásszöge és az egyensúlyozó erő nagysága között azonos test esetében (3. feladat) és annak konkrét esetre történő alkalmazása között (4. feladat), akkor a 3. táblázatban feltüntetett adatokat kapjuk.

A 3. feladat megoldása	A 4. feladat megoldása	A tanulók száma	A tanulók aránya
1	1	401	70,11 %
1	0	88	15,38 %
0	1	42	7,34 %
0	0	41	7,17 %

3. táblázat

Az adatok tanulsága szerint, a tanulók számára sokkal könnyebb megérteni, felidézni

és alkalmazni a lejtő szöge és a rajta levő test egyensúlyban tartásához szükséges erő közötti összefüggést, mint az 1. feladatban szereplő relációt. A tanulók döntő többsége jól oldotta meg a 3. és a 4. feladatot (70,11 %). Az első két feladat megoldásához viszonyítva emelkedett az egy-egy feladatot megoldó tanulók száma (15,38 % + 7,34 %), és csökkent a mindkét feladatot hibásan megoldó tanulók száma (7,17 %).

Külön figyelmet érdemelnek azok a válasszok, amelyeket a tanulók konkrét mennyiség formájában adtak a 4/A feladat kérdésére. Az A) változatú feladatlapot megoldó 292 tanuló közül 52 tanuló (17,81 %) adott válaszként 0,01 N és 0,4 N közötti értéket. Közülük 15 tanuló (5,14 %) írt 0,375 N-t. Ehhez a mennyiséghez úgy jutottak el a tanulók, hogy tévesen egyenes arányosságot tételeztek fel a lejtő szöge és a test egyensúlyban tartásához szükséges erő között. További leggyakoribb adat a 0,35 N (8 tanuló), a 0,3 N és a 0,4 N (5-5 tanuló). Ez utóbbi kettő úgy is tekinthető, hogy a tanuló csak egy tizedesjegyre végezte el az osztást, illetve egy tizedesjegyre kerekítette a kapott mennyiséget. A helyes 0,393 N egyikükönél sem szerepel.

E tanulók hibás válaszában pozitívként értékelhetjük annak felismerését, hogy a lejtő hajlásszögének a csökkenésével egyidejűleg csökken a kiskocsi egyensúlyban tartásához szükséges erő. (A kiskocsi súlyánál, 0,6 N-nál kisebb erőt adtak meg.) A hiba abból adódott, hogy ezt a kisebb erőt konkrétan is meg akarták határozni annak ellenére, hogy a kiszámításhoz használható összefüggést nem tanulták. Érdekes, hogy e tanulók jelentős hányada a jó felkészültségű tanulók közül való. (Jól oldották meg a további négy feladatot.)

Amennyiben a 3. táblázat adatainak a felhasználásával kiszámítjuk a 3. és a 4. feladat megoldása közötti összefüggést, akkor 0,26-os korrelációs együtthatót kapunk. Ez az érték jóval kisebb, mint amit az első két feladat esetében kaptunk (0,71), de ez is szignifikánsan szoros összefüggést mutat a két feladat megoldásában elért eredmény között.

Az 5. feladat megoldatása révén arról kívántunk tájékozódni, hogy milyen eredményt érnek el a tanulók akkor, ha a lejtővel kapcsolatos ismereteiket a szokásostól eltérő módon kell alkalmazniuk. Az 5/A feladat megoldásakor azt kell felismerniük, hogy a különböző súlyú kiskocsikat csak akkor lehet egyenlő erővel egyensúlyban tartani a két lejtőn, ha azok hajlásszöge különböző. Az 5/B feladat esetében pedig arra kell rájönniük, hogy a különböző hajlásszögű lejtőkön akkor lehet egyenlő erővel egyensúlyban tartani a kiskocsikat, ha azok súlya különböző.

Mindkét feladat megoldásához több logikai lépés megtételére van szükség. Ezek közül kiemelt jelentőségűek, fejlesztő hatásúak és viszonylag ritkán alkalmazottak azok, amelyek valamely gondolkodási művelet megfordítását igénylik a tanulóktól. E feladatokban ilyen művelet pl. a lejtő hajlásszöge és az egyensúlyban tartáshoz szükséges erő közötti összefüggés tankönyvi megfogalmazásának a megfordítása: a különböző súlyból és egyenlő tartóerőből következtetés a különböző hajlásszögre; illetve a különböző hajlásszögből és az egyenlő tartóerőből következtetés a különböző súlyra.

Amint az az 1. táblázatból kitűnik, a vizsgálatban részt vett tanulók többsége (65,59 %) helyesen oldotta meg ezeket a feladatokat. Ez azt jelzi, hogy a jó megoldást adó tanulók a tárgyi ismereteken túl rendelkeznek a megoldáshoz szükséges gondolkodási képességekkel is.

A jó megoldásokon belül a tanulók egy része csak a lejtő hajlásszögének a különbségét (A: 17,12 %), illetve a kiskocsik súlyának a különbségét fogalmazta meg (B: 18,57 %). A helyesen válaszoló tanulók többsége azonban azt is megjelölte, hogy a 300 N súlyú kiskocsit kisebb, a 200 N súlyú kiskocsit nagyobb hajlásszögű lejtőn tartjuk egyensúlyban (A: 46,92 %), illetve a 40°-os lejtőn levő kocsi súlya kisebb, mint a 25°-os lejtőn levő kocsié (B: 48,57 %).

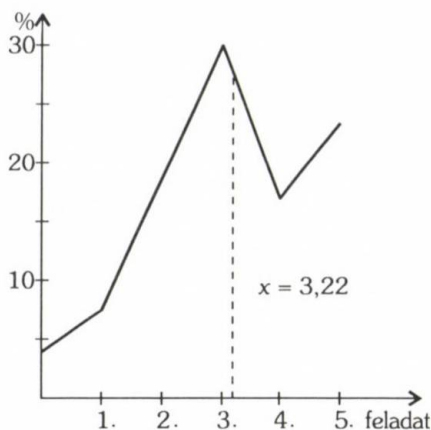
Tanulónkénti eredmények

A vizsgálatban részt vett tanulók megoszlását a helyesen megoldott feladatok száma szerint a 4. táblázat és a 2. ábra mutatja.

A helyesen megoldott feladatok száma	A tanulók száma	Arányuk
0	19	3,32 %
1	42	7,34 %
2	105	18,36 %
3	170	29,72 %
4	98	17,13 %
5	138	24,13 %
Összesen:	572	100,00 %

4. táblázat

Az átlagos pontszám 3,22, a szórás 1,37, a relatív szórás pedig 42,55 %. Ez utóbbi adat azt mutatja, hogy a szórás szélsőséges, mivel a relatív szórás 35 % fölött van.



2. ábra

Metodikai következtetések

1. A lejtőt mint egyszerű gépet tanítjuk az általános iskolában. Ebből adódóan az kerül a tananyag feldolgozásának a középpontjába, hogy a lejtővel „erőt lehet megtakarítani”, vagyis kisebb erővel lehet a lejtőn egyensúlyban tartani (vagy a lejtőn felvinni) a testet, mint

amekkora a test súlya. Célszerű az eddigieknél hangsúlyozottabban kiemelni, hogy ehhez *az egyensúlyban tartáshoz szükséges erőt a test súlyával* (vagy a testre ható gravitációs erővel) hasonlítjuk össze, és nem a lejtő síkjával párhuzamos, ellentétes irányú erővel.

2. Javasoljuk konkrét példák segítségével azt is érzékeltetni, hogy a lejtő szöge és a test egyensúlyban tartásához szükséges erő közötti összefüggés *nem egyenes arányosság*. (A 2-szer, 3-szor, 5-ször akkora hajlásszögű lejtőn

nem 2-szer, 3-szor, 5-ször akkora erő szükséges ugyanazon test egyensúlyban tartásához.) Közöljük a tanulókkal, hogy a tényleges összefüggést majd későbbi tanulmányaik során ismerik meg.

3. A rugalmas gondolkodás egyik összetevője a *gondolkodási műveletek megfordításának* képessége. Célszerű ezért olyan feladatokat is megoldatnunk a tanulókkal, amelyeknek a megoldásához ilyen műveletek elvégzésére van szükség.

Lendvainé Tóth Judit

Környezeti nevelési lehetőségek a fizika tantárgyban¹

A fizika tantárgy keretein belül a környezeti nevelés terén igen sok a tennivaló. A jelenlegi tantervekben és tankönyvekben a környezeti problémák nem, vagy csak nyomokban szerepelnek. Bizonyos kérdésekkel kapcsolatban hiánypótló a „Válogatott fejezetek a környezetvédelemből (ajánlott a középiskolai fizika tanításához)” 1989-ben megjelent OPI kiadvány [1], amelyben néhány kérdéskör, nevezetesen a nukleáris környezet-szennyezés, néhány az energiatermeléssel kapcsolatos kérdés, a savas esők problémája, a hulladékkérdés, az üvegházhatás, az ózonpajzs sérülésével kapcsolatos problémák szerepelnek.

Egyes, kifejezetten az energiával és a radioaktivitással kapcsolatos kérdésekben igen hasznosak lehetnek a Fizikai Szemle egyes, például az 1990/3., 4., 5., 6. számai, továbbá a Tudomány 1989. novemberi száma [2], amelyek több, oktatással is kapcsolatos, vagy abban felhasználható cikket tartalmaznak. Ezenkívül még több jól használható angol nyelvű irodalmat sikerült találnom: [3], [4], [5], [6].

Ezzel együtt igen nehéz helyzetben van az a fizikatanár, aki a környezeti nevelést szívének érzi, mivel egyrészt a kapcsolódási pontok megtalálása, másrészt az anyaggyűjtés is adott esetben igen idő- és energiaigényes lehet. Ugyanakkor végiggondolva a jelenlegi fizika tananyagot, nagyon sok olyan pontot találunk, ahol bár különféle változtatásokkal a környezeti nevelésre, szemlélet alakítására, illetve átalakítására szakismeret adására lehetőség nyílik.

Az utóbbi időben túlságosan előtérbe került az „ártó” fizika gondolata és kisebb hangsúly került csak arra, hogy a fizika mint tudomány mit tud tenni a környezeti gondok megoldásával kapcsolatban. Ez utóbbi szerepét a környezetvédelemnek a fizika tantervbe történő beépítésekor ugyanolyan fontosnak tartom, mint az ártalmak megismertetését. Például az energiahordozók, energiaforrásokkal kapcsolatos környezeti ártalmak ismertetése mellett nagy súllyal kell, hogy szerepeljen az alternatív energiaforrások lehetséges szerepe, a napelemek, napkollektorok, szélkerekek működésének ismertetése.

A környezeti problémák beépítése a fizika tananyagba a fentiekén túl azt a célt is szolgálhatná, hogy a mindennapi élethez közel eső, esetleg őket amúgy is foglalkozta-

¹Megjelent a Természeti, környezeti nevelés, mint a nevelés megújításának lehetősége c. kiadványban. Természet és Környezetvédő Tanárok Egyesülete, Budapest, 1993.

tó problémák segítenék a fizikát az egyébként kevésbé érdeklődő tanulókkal is elfogadtatni.

A környezeti neveléssel-oktatással kapcsolatos ismeretek a fizika tananyag szerves részét kell hogy képezzék. Az egyes témakörök értelemszerűen kínálják a lehetőséget, a tananyagba való beépítés pedig sokféle módon történhet. Lehet egy új fejezet beiktatása, de olyan eset is előállhat, amikor az adott témához kapcsolódóan egy „megjegyzéssel” hívhatjuk fel a tanulók figyelmét a kapcsolódó környezetvédelmi problémákra. Ez a figyelemfelhívás történhet egy-egy alkalmasan megválasztott feladattal, demonstrációs vagy tanuló-kísérlettel is. Mindezek mellett mód nyílik egyszerűbb, esetleges más tantárgy oktatásában is felhasználható kísérleti eszközök készítésére, és az ezekkel való mérésekre is. Itt lehetőség nyílik más, a fizika oktatásában felhasználható kísérleti eszközök készítésére is (pl. mikro meteorológiai állomás készítése és működtetése a földrajz tanításához stb.). Természetesen ugyanaz a probléma több témakör tárgyalásakor is felmerülhet (pl. légszennyezés kérdése), de ez véleményem szerint nem jelent gondot, sőt a szemléletalkítás hasznos eszköze lehet.

Minél több alkalommal *tudatosítanunk kell a tanulóknak*, hogy az adott problémával kapcsolatban *ők a mindennapi életben konkrétan mit tudnak tenni a természet és a környezet védelméért*. Ez igen fontos része a nevelésnek, és nagyon lényeges, hogy az oly sokszor hallható „mit tudok tenni, úgysem rajtam múlik” szemlélet ne alakuljon ki a gyerekekben. Ezzel kapcsolatban minél több téma illetve témakör kapcsán fel kell hívni a figyelmet a takarékoság szerepére, tudatosítva azt, hogy az ésszerű takarékoság (nyersanyag, energia, víz stb.) is környezetvédelem, hiszen például a kevesebb energiafelhasználás kevesebb energiatermelést jelent, következésképpen kevesebb környezeti ártalommal jár együtt. A takarékoság szerepének megértését is jól szolgálhatná a tananyagba beiktatott, célzatosan megválasztott feladatok, pl.:

– Számold ki, hogy ha a hatásfok 33 %, mennyi szén (olajat, gázt) kell elégetni egy 24 órán át égve felejtett 100 wattos villanykörte miatt?

Ezekhez kapcsolódóan vetődik fel az a kérdés,

hogy a fizika tananyag végére, amikor a tanulók az adott szinten szükséges ismereteknek már a birtokában vannak, hasznos lenne egy kifejezetten az energiával, energiatermeléssel, energiafelhasználással kapcsolatos anyag rész beiktatása (Izraelben bizonyos típusú iskolákban az utolsó év tananyaga az energia [7]).

Ennek keretében összegezhetők lennének az energiáról, energiaforrásokról való ismeretek, megfelelő lehetőség nyílna az egyes energiaforrások felhasználásakor fellépő környezeti ártalmak összehasonlítására, amely a köztudattal sokszor ellentétes (pl. széntüzelésű és atomerőművek). Itt lehetőség nyílna az alternatív, megújítható energiaforrások kicsit bővebb ismertetésére és komplexebb feladatok megoldására [8].

Alapvető, hogy a tanulók időben és kellő súllyal találkozzanak a kockázat kérdésével. Hiszen minden ténykedésünk, még a legkisebb beavatkozásunk is a természetbe, kisebb-nagyobb kockázattal jár. Gyakran kerülünk olyan helyzetbe, hogy míg valamilyen szempontból „védjük” a környezetet, más szempontból ártunk vele. Például, ha jól szigeteljük lakásunkat, kevesebb fűtőanyagra van szükségünk, de ha nem szellőztetünk megfelelően, nő a lakásunkban a radonkoncentráció; ha a tanulók csak fából készült ceruzákat használnak, ez előnyös a hulladékelhelyezés szempontjából, de több fát kell kivágni; az atomerőenergia ma vitathatatlanul a „legtisztább” energiaforrás, ha eltekintünk az emberi mulasztás lehetőségétől, egy atomerőmű-baleset következményei nagyságrendileg lényegesen nagyobbak, mint egy hagyományos hőerőmű-baleset következményei, ennek valószínűsége viszont a különböző automatikus rendszerekkel egyre inkább csökkenthető.

Tudatosítani kell a tanulóknak a kategorikus elutasítások veszélyét, hiszen ezek akár ellentétes hatást is kiválthatnak. Feladatunk lehetőleg minél több tényező figyelembevételével a lehető legoptimálisabb megoldások kiválasztása illetve az azért való küzdelem. A sokszor rendkívül összetett problémák közötti eligazodáshoz nélkülözhetetlenek a bizonyos mélységű szakismeretek. A döntést vagy állásfoglalást tovább nehezíti, hogy sok a bizonytalanság, gyakran csak valószínűségekkel számolhatunk.

A következőkben témakörönként szeretnék konkrét példákat ismertetni a fentiekben említett kapcsolódási pontokra, elsősorban a középiskolai fizika tananyaghoz kapcsolódva, bár úgy gondolom, hogy nagy részük esetenként leegyszerűsítve az általános iskolai fizikatanításban is alkalmazható.

A mechanika keretében az első téma, amelyet szeretnék megemlíteni – a sűrűdés. A sűrűdés tanításában alapvetően a csúszási és a tapadási sűrűdést tanítjuk, a gördülési sűrűdésről viszont igen kevés szó esik, aminek az az oka, hogy ez utóbbi matematikailag nehezebben leírható jelenség. Ugyanakkor azonban a gördülési sűrűdással a gyerekek a közlekedési eszközökkel kapcsolatban nap mint nap találkoznak, így talán érdemes lenne kissé részletesebben tárgyalni. Ezzel kapcsolatosan máris felvethetőek a környezetvédelmi problémák. Megemlíthető, hogy mennyi energia és így üzemanyag-pazarlással jár az, ha a közlekedési eszközökön használt gumiköpenyek kopottak, másrésről az is, hogy mennyi energiát pazarolunk el, ha a tömlők nincsenek megfelelően felfújva.

Az, hogy a kopott gumiabroncsok miért okoznak energiavesztést, egyszerűen, szemlélet alapján magyarázható. Ha a kerék kopott, akkor a tapadási sűrűdési együttható lecsökken, és így amennyiben az úttest és a kerekek közötti sűrűdési erő egy már kisebb maximális értéknél nagyobb lesz, a kerék megcsúszik, következésképpen a befektetett energia egy része sűrűdési munkává, energiavesztéssé alakul át, ez pedig többlet üzemanyag-felhasználáshoz vezet.

A kerekek nem megfelelő felfújásából eredő energiavesztés is könnyen megérthető, hiszen az energiavesztés itt egyszerűen azért növekszik, mert a forgás következtében a gumi egyes részeinek periodikus deformációja, a benyomódásakor illetve kitágulásakor keletkező mechanikai energiavesztés laposabb gumi esetén nagyobb lesz. Ezenkívül – természetesen változatlan egyéb feltételek mellett – a kerék elforgatásához szükséges forgatónyomaték is megnövekszik, ami nagyobb motor teljesítményt kíván, így nagyobb energiafelhasználást is eredményez.

Érdekeselek lehetnek az alábbi adatok. A statisztika alapján az USA-ban [3], [6] több mint félmilliárd autógumi 50–80 %-ban nem megfelelően felfújt. A gördülési ellenállás növekedése következtében emiatt az energiafelhasználásban átlagosan 5 %-os növekedés lép fel. Évente 7,5 milliárd liter üzemanyagot lehetne megtakarítani pusztán azzal, ha mindenki megfelelő belső légnyomású gumibronccsal közlekedne. Ha az USA-ban minden autós megfelelő állapotú gumibronccsal közlekedne, majd 64 millió liter olajat takarítanak meg.

Ide kapcsolódik még a gumiabroncsok újrafelhasználásának kérdése is. A gumik újrafelhasználásából a gumigyártás során 71 %-os energiamegtakarítás lenne elérhető [6]. (Általában az újrafelhasználás környezetvédelmi szempontból igen fontos kérdésére a következőkben még részletesebben visszatérünk.)

A témához kapcsolódva jó alkalom adódik arra, hogy kitérjünk a közlekedési eszközök által okozott légszennyezés problémájára, és ennek következményeire, felhívva a figyelmet arra, hogy mindenfajta energiavesztés többletüzemanyag felhasználásához, így többletszennyezőanyag kibocsátásához vezet. A robanómotorok témakörénél, amennyiben az aktuális fizikatanterv ezt tartalmazza, a kérdésre még vissza kell térni. További alkatmat adhat erre a lendület megmaradásának tárgyalásánál a reaktív hajtóművek ismertetése. Ez utóbbi két esetben a légszennyezés mellett a zajterheltség károsító hatása is felmerül.

A rezgőmozgás, hullámmozgás, hangtan témaköréhez értelemszerűen kapcsolódik a rezgés- és a zajkárosodás kérdése, melyek az utóbbi időben valahogy háttérbe kerültek, kevés szó esik róluk, pedig korunk jelentős veszélyforrásai, és mindkettő erősen érinti a fiatalabb korosztályokat. A rezgés-károsodással kapcsolatosan talán legalkalmasabb a rezgőmozgás tárgyalásakor elmondanunk, hogy az élő szervezet károsodása függhet attól, hogy az egész testet vagy annak csak egy részét éri-e a rezgés, hogy ez milyen testhelyzetben éri az embert, hogy milyen a rezgés frekvenciája és természetesen mekkora az amplitúdója. Az alacsonyabb frekvenciájú rez-

gések kellemetlen érzést keltenek az emberben, míg a magasabb frekvenciájú rezgések elnyelődnek a szövetekben, és így pl. csonttűzleti, izom- és idegrendszeri károsodást okozhatnak.

Megemlíthető, hogy a szervezetet lokális rezgésexpozíciónak kitenni (pl. lengőcsiszolót, körfűrész használata) csak napi 1-2 órán keresztül lehet rezgéskárosodás nélkül. Ezt különösen fontos tudatosítani olyan tanulóknak (és tanároknak), akik olyan szakképzési intézményben tanulnak (oktatnak), ahol kötelező műhelygyakorlat van, így a tanulók közvetlenül is találkozhatnak ezekkel a berendezésekkel.

A hangtan témakörénél kerülhet sor a zajkárosodás kérdésére. Ez az a veszély, amelyet a fiatalok igazából egyáltalán nem vesznek komolyan, saját magukat és környezetüket is sokszor feleslegesen és indokolatlanul nagy zajártalomnak teszik ki, ezért ezen a téren igen fontos szerep vár a felvilágosító munkára.

Itt megemlíthető, hogy sokáig azt hitték, hogy a halláscsökkenés a „korral jár”, a szervezet öregedése miatt lép fel, és csak 1963-at követően igazolták természeti népeknél végzett mérésekkel, hogy ez nem igaz; az addig „időskori halláskárosodásnak” gondolt halláscsökkenés a zajártalom következménye. (1963-ban két angol kutató Afrikában hallásvizsgáló készülékkel méréseket végzett természeti népek körében, amelyekből kiderült, hogy a zajártalomnak nem kitett emberek között nem fedezhető fel az „öregkori halláscsökkenés”.) Legyen elképzelésük arról, hogy egy adott zaj kb. hány decibelnek felel meg. Ennek érzékeltetésére természetesen a legcélszerűbb méréseket végezni, de ahol erre nincs lehetőség, ott egy egyszerű táblázat bemutatása is szemléletes lehet.

Különböző zajok intenzitása decibelben	
leszálló repülő	150 dB
személyautó	80 dB
csöndes olvasás a szobában	40 dB
falevél susogása	20 dB
normális légzés	20 dB
walkman	95 dB

A táblázat értelmezéséhez fontos, hogy a tanulók tudják, hogy minden 3 dB a még elfogadható szint felett kétszeresre növeli a halláskárosodás veszélyét.

A halláskárosodás biológiai oka az, hogy az erős zaj hatására a belső fülben lévő szőröcskék letörnek és a szőrsejtek elpusztulnak, ennek részletes tárgyalása azonban inkább a biológia tantárgy feladata. Ha naponta 8 órát 85 dB-nek van kitéve valaki, akkor már biztos a halláskárosodás. A walkman hallgatása átlagosan 95 dB zajszintet jelent. Ha valaki napi 1 órát hallgat ilyen erősséggel walkmant, 18 éves korára már biztosan valamilyen fokú halláskárosodást szenved.

Van múlt halláskárosodás is, pl. ha valaki zajos munkahelyen dolgozik, estére kb. 25 dB-es halláscsökkenést szenvedhet – vagyis az ő egyéni hallásküszöbe 25 dB-lel nő –, ez azonban néhány óra alatt elmúlik.

A zajkárosodás kérdéséhez természetes módon kapcsolódik a kérdés, hogy hogyan mérhetjük illetve hogyan méri a zajt. Ennek kapcsán a hangnyomás fogalmát kell megértenünk [9]. Érdemes felhívni a figyelmet arra, hogy egyebek mellett ez is olyan veszélyforrás, ahol sokszor más az elkövető és más az elszennvedő, ez pedig olyan körülmény, ami bizonyos etikai kérdéseket is felvet. Az utóbbi pedig sem a fizika, sem a környezetvédelem, sem pedig egyetlen tantárgy tanításában se lehet mellékes, hiszen célunk nem lehet pusztán az ismeretek elsajátítása, hanem a nevelés és a szemléletalkotás is.

A hidrosztatika témakörében a felületi feszültséggel kapcsolatosan elmondható, hogy a víz felületi feszültségét hogyan befolyásolják a vízbe került szennyező anyagok. Így például jelentősen lecsökken a felületi feszültség, ha a vízbe mosó- vagy mosogatószer kerül. Ez a jelenség egyszerű kísérlettel szemléltethető. Helyezzünk óvatosan egy pohárban lévő vízfelületre pénzdarabot, amely a felületi feszültség következtében a víz felszínén marad. Ezután csepegtessünk a vízbe néhány csepp (természetesen az edény nagyságától függő mennyiségű) mosogatószer. A pénzdarab elszüllyed. Ennek kapcsán felhívható a figyelem az élővizekbe kerülő mosó- és mosogatószerre, és általában a vízzennyező anyagok problémájára. A kísérlet elvégzése után a tanu-

lók próbálják meg megmagyarázni a jelenség okát. Itt nemcsak a fenti kísérlettel szemléltetett felületi feszültség csökkenéséről lehet beszélni, ami nyilvánvalóan érinti a vizek élővilágát, így a felületi feszültséget kihasználó élőlények, pl. molnárkák életlehetőségeinek megszűnését okozza, hanem általában a vízszennyezés problémájáról. A vizek problémájára még többször vissza lehet és véleményem szerint vissza is kell térni (pl. hőtan – a szennyeződés hatására bekövetkező fagyáspontváltozás hatása a tavak és folyók élővilágára energiatermelés – a vízi erőművek pozitív és negatív környezeti hatásai stb.).

A *kapillaritás kérdésének* tárgyalásakor lehet beszélni a *talajvizek problémájáról*, a talajvízszint változásainak a környezetre gyakorolt hatásáról, hogy ebben milyen szerepet játszik a *bányászat* (a preventív védelem miatti talajvízcsökkenés) és a *vízi erőművek üzembe helyezése*. Próbálják meg a tanulók megmagyarázni, hogy miért lehet a talaj nedvességét jobban megőrizni, ha a felszínt kapáljuk.

A vizek problémájával foglalkozva feltétlenül szükséges a *víztakarékosság, a vízkészletek véges volta problémájának megemlítése*. Ez megint csak egy olyan pont, amellyel kapcsolatban *mindenki tehet valamit* a környezetért, egyszerűen azzal, hogy *ésszerűen takarékoskodik a vízzel*. Ez egyszerű példával szemléltethető: Próbálják meg a tanulók megbecsülni, hogy mennyi víz folyik el feleslegesen egy 24 órán át csöpögő vízcsapból! A becslés egyszerű számításokkal ellenőrizhető, a szükséges adatokat a gyerekek kísérleti úton egyszerűen meghatározhatják.

A *hőtan* természetszerűleg kínálja a *hőenergia kérdését*. Itt az egész egyszerű kérdéskörtől kiindulva eljuthatunk a *hőerőművek komplex problémaköréig*. Elsődlegesen fontos a *takarékosság kérdésének hangsúlyozása*, aminek felvetése egy lehetőség a következő rendkívül egyszerű kísérlet elvégzésére. Forraljunk fel – azonos körülmények között – ugyanolyan térfogatú vizet, egyszer lefedve az edényt, egyszer pedig anélkül, hogy lefednénk, és mérjük a hozzá szükséges időt. Számolják ki a tanulók, hogy hány százalék energia pazarlódott el pusztán azért, mert nem fedtük le az edényt!

A diákoknak meg kell ismerniük a *hőerő-*

művek működését, azt, hogy a különböző fűtésű hőerőműveknek milyen *előnyei és milyen hátrányai vannak*, beleértve ebbe a *bányászat környezetromboló hatását* is. Mivel a kérdés rendkívül összetett, sok probléma vetethető fel, a *talajvízszint magasságától a légszennyezés kérdéséig* és az ezzel kapcsolatos problémákig (pl. *üvegházhatás*).

Több lehetőség is kínálkozik arra, hogy a *tanulók figyelmét minél inkább felhívjuk a takarékoság szerepére*.

Beszéljünk arról, hogy a *jobb hőszigetelés* milyen nagy mértékben csökkenti a fűtésre felhasznált energiát. Érdekes itt megemlíteni az úgynevezett „szuperszigetelt” házakat, amelyek fűtésénél az USA-ban 68 %-os, Svédországban pedig 89 %-os (!) energia-megtakarítást sikerült elérni.

Megemlíthetjük még, hogy a *tökéletesített izzók, reflektorok használata* akár 75 %-kal is csökkentheti a világításra felhasznált energiát.

Egy példa: Számold ki, hány légköbméter a lakásokat, majd hogy ennyi köbméter levegő 20 °C-kal való felmelegítéséhez mennyi energia szükséges! Mennyi szén kell elégetni ehhez ha a hatásfok 33 %? Kiszámítva a lakások falainak területét, hasonlítsd ezt össze az azal az energiával, ami az egyes korszerű és korszerűtlen építőanyagok hővezetési tényezői miatt óránként elvész!

A *forráshő, olvadáshő és halmazállapot-változások* témaköréhez kapcsolható az *élővizek szennyeződése* következtében megváltozó *fagyáspont* problémája. Nyilvánvaló, hogy az élővizekbe bocsátott szennyező anyagok nemcsak azok kémiai, hanem fizikai tulajdonságait is, így például a fagyáspontjukat is megváltoztatják, ami természetszerűleg kihat a vizek élővilágára.

Ugyancsak a *halmazállapot-változások* témakörébe illik bele a *talajban lévő víz párolgásának kérdése*. A *talaj színe, fekvése és növénytakarója a párolgás sebességét erősen befolyásolja*. Könnyen belátható, hogy a dús növénytakaró a talaj felmelegedését így párolgását is erősen csökkenti. A növényzet között megrekedt páradús levegő ugyanis csökkenti a légcseré intenzitását, a csapadék egy részét pedig a növényzet felfogja, és ezáltal csökken a talajra jutó víz mennyisége. Ez utóbbi elérheti az évi csapadék 60 %-át is.

Erről a tanulók önmaguk is könnyen meggyőződhetnek kirándulások, táborozások alkalmával, de akár az iskola közelében elkészített mikroklima-állomások segítségével végzett mérésekkel is (ehhez csupán egy hőmérő, és egy kémcsőből és szűrőpapírból készített párolgásmérő szükséges).

Az elektromosságtan keretén belül a tananyag része a galvánelemek, akkumulátorok működése. Jól kapcsolható ide az elemek és akkumulátorok, mint veszélyes hulladékok problémája. A téma nagyon alkalmas arra, hogy ismét felvezzük a személyes felelősség problémáját. Amikor az elemek, akkumulátorok működését ismertetjük, beszélünk arról is, hogy ezek milyen, a környezetre veszélyes anyagokat tartalmaznak, és hogy használatuk után ezek az anyagok a természetbe kikerülve milyen szennyeződések, környezeti károkat okozhatnak.

Az akkumulátorok okozta ólomszennyezés eléggé közismert, ugyanakkor az emberek viselkedése ezzel kapcsolatosan meglehetősen ellentmondásos. Úton-útfélen találkozzunk egyszerűen kidobott akkumulátorokkal, ugyanakkor pedig ismeretes, hogy az elhasznált akkumulátorokat újrafeldolgozó üzem építése milyen társadalmi ellenállást váltott ki.

Itt is felmerül a kérdés, hogy „mit számít az az akkumulátor, amelyet 1-2 évenként kidobok”. Egyszerű szorzással kiszámítható, hogy a jelenleg Magyarországon üzemelő gépkocsikból körülbelül hány akkumulátor kerül a környezetbe, amelyek ha nem kerülnek a begyűjtőhelyre, és környezetvédelmi szempontból megfelelő technológiával való újrafelhasználásra, súlyos környezeti károkat okoznak.

Az, hogy az akkumulátorokban lévő ólom és kénsav károsítja a környezetet, általánosan ismert. Arról azonban, hogy a háztartásokban használt elemek is súlyos szennyezést okoznak, már kevesebb szó esik.

Fel kell hívnunk a gyerekek figyelmét arra, hogy ezek az elemek nehézfémeket, higanyt, kadmiumot tartalmaznak, amelyek az elemek külső borításának elkorrodálása után kikerülnek a természetbe. Mivel pedig ezek mérgező anyagok, az elemek is veszélyes hulladéknak tekinthetők. A mennyiségre vonatkozóan érdekes lehet az az adat, hogy az USA-ban az összes felhasznált higanynak kb. 50 %-a, a

kadmiumnak pedig 25 %-a az elemekbe kerül [6].

Környezetvédelmi szempontból így sokkal előnyösebb az újratölthető elemek, akkumulátorok használata, amelyek drágábbak ugyan, de többszöri felhasználásuk miatt a többletköltség hamar megtérül. Igaz ugyan, hogy ezek is tartalmazzák az említett szennyező anyagokat, de többszöri felhasználhatóságuk miatt nyilvánvalóan kevesebbet dobnak ki belőlük. Az elemek újrafelhasználása technikailag szintén megoldott, de tudomásom szerint Magyarországon ilyen üzem még nem működik. Addig is célszerű lenne az elemeket külön, a háztartási hulladéktól elkülönítve gyűjteni, és veszélyes hulladékként kezelni!

Az elektrolízis kapcsán felvetődik, az alumíniumgyártás kérdése is. A hozzá szükséges energiamennyiség szemléltetésére a Vermes Miklós által írt III.-os gimnáziumi fizika tankönyvben szerepel a következő feladat:

Mennyi alumíniumot termel az alumíniumkohó 40 000 A áram esetén 24 óra alatt? Az atomtömeg 27, a vegyérték 3, a feszültségszülönbség 4,5 V. Mennyi elektromos energia szükséges 1 kg alumínium előállításához?

A feladat megoldásával a tanulók képet kaphatnak arról, hogy az alumínium előállítása milyen sok elektromos energiát igényel.

Ennek kapcsán lehetne beszélni az alumínium újrafelhasználásáról, és ide illene általában a hulladéknak tekintett anyagok újrafelhasználásának kérdése.

Érdemes megjegyezni, hogy míg az alumínium „szemétként” rendkívül tartós – egy kidobott alumíniumdoboz még 500 év múlva is szennyezi a Földet – újrafelhasználásával rendkívül sok energia takarítható meg. 1988-ban az USA-ban az újrafelhasználás révén több mint 11 milliárd kWh elektromos energiát takarítottak meg, amely New York 6 hónapi lakossági energiaigényének felel meg. Egy újrafelhasznált sörös vagy üdítő alumíniumdoboz esetében annyi energiát takarítunk meg, amennyivel a tv-készülék 3 órán át üzemel. Az újrafelhasznált alumínium gyártása emellett még sokkal kevesebb légszennyezéssel is jár.

Az alumínium újrafelhasználásának kapcsán felvethető az a kérdés is, hogy napjainkban a hulladék elhelyezése egyre nehezebb

ben megoldható, ugyanakkor sokszor amit hulladéknak tekintünk, az *hasznos nyersanyag is lehet*, amelynek felhasználásával *jelentős mennyiségű energiát és nyersanyagot takaríthatunk meg*. Első hallásra meglepő adat, hogy a kommunális szilárd hulladék 40 %-a *potenciális nyersanyag*.

Ezek felhasználásával pedig egyrészt a hulladékelhelyezési gondokat lehetne csökkenteni, másrészt sok energiát és nyersanyagot is meg lehetne takarítani. Újrafelhasználhatók a már említetteken kívül például a különböző fémek, a papír, az üveg, egyes műanyagok, a gépkocsikból kikerülő fáradt olaj stb. Egyetlen darab üveg újrafelhasználásával 400 wattóra, azaz annyi energia takarítható meg, amennyi ahhoz elégséges, hogy egy 100 W-os izzó 4 órán át világítson. A régi papír újrafelhasználásával gyártott papír 30–50 %-kal kevesebb energiát igényel, és 95 %-kal csökken a gyártásával járó légszennyezés. Ehhez járul még a fák védelme, az USA-ban évente több mint 850 millió fát vágnak ki azért, hogy papírt készítsenek belőle [6].

Ezek a példák jól illusztrálják a hulladékok közé kerülő „másodnyersanyagok” felhasználásának fontosságát. Igaz, hogy van köztük olyan, mint például az előzőekben említett elemek esete, amelyek újrafelhasználására Magyarországon még nincs meg a lehetőség, de a papír, a fémek, az üvegek esetében már mindannyiunkon múlik, hogy közülük majd mennyi gyarapítja feleslegesen a szeméthygeket, és mennyi járul hozzá közvetetten a környezet védelméhez.

Az elektromosságtan témaköréhez magától értetődően kapcsolódik az elektromos energia és az energiatermelés problémaköre. Itt ismerkednek meg a *tanulók a generátorok működésével*. Itt kell beszélnünk (ha nincs külön az energiával foglalkozó fejezet) az *alternatív energiahordozók szerepéről és a vízi erőművek pozitív és negatív jelentőségéről*.

A vízi erőművek előnyeiről, hátrányairól az utóbbi időben a bős–nagygyarosi vízlépcsővel kapcsolatban igen sok szó esett. Mivel ez napjainkban még mindig élő probléma, ezért fontos, hogy a tanulók megismerjék azokat a környezetet érő hatásokat, amelyeket a vízlépcső megépítése okozott illetve okozhatott volna, idézve a MTA ad hoc bizottságának 1988-

as állásfoglalásából:

- az ivóvízkészletek elszennyeződése,
- a parti szűrész víznyerési lehetőségek beszűkülése,
- a mezőgazdasági károk és a termelési esés lehetősége,
- a tározóban keletkezett szennyezett iszap elhelyezésének negatív hatása,
- az élővilág károsodása, a genetikai állomány szegényedése,
- a régészeti emlékek károsodása,
- a nagygyarosi erőmű megépítése esetén a Dunakanyar esztétikai, tájképi romlása kockázatának növekedése.

Természetesen, mint ahogy az MTA ad hoc bizottságának jelentésében is áll, nem indokolt a felsorolt események egyidejű bekövetkezésével számolni, a legtöbb esetben a bekövetkezés valószínűségének meghatározására is csak bizonytalan becslések tehetők [2].

Gondot kell fordítanunk annak tudatosítására is, hogy a *vízi erőműnek mint energiaforrásnak előnyei is vannak*; tisztán és viszonylag olcsón termelhet áramot. Hívjuk fel a figyelmet a magashegyi és a síkvidéki vízi erőművek közti különbségekre, és arra, hogy egy ilyen erőmű megépítését körültekintő hatás-költség-vizsgálatnak kell megelőznie. Azt, hogy ez mennyire fontos, jól szemlélteti, hogy 1984-ben Broggie és Reith 40 vízi erőművet vizsgált meg tájvédelmi szempontból, és ezek közül csak egy volt minden további nélkül kivitelezhető, hat vagy hét korrekcióra szorult, és több mint harminc terv egyáltalán nem felelt meg a környezetvédelmi előírásoknak [11]. *Itt is, mint ahogyan már eddig is sok esetben láttuk, felvethető a kockázat és a haszon kérdése.*

A vízi erőművek után szólnunk kell az *ár-
apályerőművekről* is, amelyekkel elsősorban Franciaországban folynak kísérletek. Működésük hasonló a vízi erőművekéhez, előnyük, hogy a jelenlegi tudásunk szerint környezetkímélőbbek azoknál, telepítésük lehetősége ellenben korlátozott.

A következő fontos kérdés a *napenergia témaköre*. A tanulók ismerjék meg a napelemek és a napkollektorok működését, hogy az előbbi elektromos áram termelésére alkalmas, az utóbbi pedig „csak” a napsugarak hőhatását használja ki. Hasonlóképpen ismerjék meg

a szélkerék lehetőségeit, működését, de mind a napelemek, mind a szélkerekek működésénél fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy bár környezetkímélő energiaforrásokról van szó, *de a globális energiagondok megoldása nem várható* sem a nap- sem a szélergia felhasználásától. Fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy ha a *napenergia* segítségével történő *energiatermelés volumenét növelni* akarjuk, akkor az a napelemek elhelyezésének igen nagy helyigénye miatt (a Földre átlagosan csak 200 W/m^2 napenergia érkezik) *környezetrombolóvá válik. A nap- és szélergia lokális kiegészítő* energiaforrásként való felhasználásának fontosságát azonban nem lehet léggé hangszúlyozni.

Szót kell ejtenünk a *geotermikus energiaforrásokról* is [9], és olyan kuriózumokról, mint a meleg vízű tavakból való hőszivattyúzás [1,20], az űrerőművek elképzelése [21], amelyek ma még talán fantasztkumnak tűnnek, de megvalósíthatóságuk kérdését a jövő dönti el. Feltétlenül beszélnünk kell a termonukleáris reakció alapján történő energiatermelésről, a magfúziós reaktorok megvalósításának problémáiról és arról, hogy olyan kérdésről van szó, amely alkalmas lehet környezetkímélő módon a világ globális energiagondjainak megoldására.

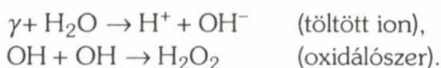
A *magfizika a fizikának az az ága, amely a környezetet ártalmak szempontjából a közvélemény érdeklődésének leginkább a homlokerében van.* A radioaktivitással kapcsolatban szinte naponta jelennek meg újságcikkek, és a többi tömegkommunikációs eszköz is igen sokat foglalkozik ezzel a témával. Ennek tudatában meglepő, hogy időnként mégis milyen tájékozatlanság tapasztalható a radioaktivitással kapcsolatban. A tájékozatlanság és a „félműveltség” pedig rossz tanácsadó, a szélsőséges vélemények tárháza. Ezért nagyon fontos, hogy a középiskolákban – sőt talán már az általános iskolákban – a gyerekek megfelelő, pontos ismereteket szerezzenek a *radioaktivitásról, a sugárártalmakról, az atomerőművek működéséről.*

Ehhez nagyon jó segédeszköz lehet a Tévemagiszter 1990. évi műsoraiból való válogatás, amelyet videokazettán a Paksi Atomerőmű Vállalat biztosított a gimnáziumok és néhány szakközépiskola számára. Csak zárójel-

ben jegyzem meg, hogy a videokazettát a „Televideo” forgalmazza, így könnyen hozzáférhető, és nagyon sok hasznos információt tartalmaz.

Általában a tankönyvek elég részletesen tárgyalják a radioaktív sugárzást. Ugyanakkor már sokkal kevesebb szó esik a *radioaktív sugárzás élő szervezetre gyakorolt konkrét hatásáról.*

Beszélnünk kell arról, hogy miként árt ionizáló hatásán keresztül a radioaktív sugárzás, hiszen erről a legváltozatosabb és legmeglepőbb „véleményeket” hallhatjuk a nem kifejezetten ebben az irányban képzett lakosság körében. Mivel az ember szervezetének fő alkotórésze a víz, az ionkeltés legvalószínűbb folyamata:



Mind a töltött részecske, mind pedig a hidrogénperoxid erősen megzavarja az enzimek által szabályozott biokémiai ciklus-hálózatot [13].

Az egyes sugárzásfajták biológiai hatásáról tudni kell, hogy veszélyüket növeli, hogy azok érzékszerveinkkel nem észlelhetők. Tudni kell róluk, hogy azonnali, korai hatásuk mellett késleltetett hatásai is vannak (pl. későbbi rákos megbetegedés, az utódok károsodása).

A félhalálos dózis 4 Sv. Akit ekkora dózis ér, annak csak 50 % esélye van, hogy a 30 napot túlélje, a halálos dózis 6 Sv.

Különbséget kell tennünk egyszeri és gyakori besugárzás között. Ezek hatását az alábbi táblázatok tartalmazzák:

Egyszeri besugárzás	
Dózis	Hatás
1000 Sv	Görcsös rohamok, percekben belüli halál
100 Sv	Órákon belüli halál
10 Sv	Keringési zavarok, napokon belül halál
2 Sv	Sugárbetegség, gyorsabb öregedés, ellenálló képesség csökkenése
1 Sv	Klinikai tünetekkel járó enyhe sugárbetegség
0,15 Sv	Kimutatható (de tünetmentes) sugársérülés alsó határa

Szemléltetésül néhány mindennaposan előforduló dózis illetve ekvivalens dózis:

Mellkasröntgen-felvétel	2 mSv
Fogröntgen-felvétel	3-20 mSv
Atlanti-óceán átrepülése	50 μ Sv
Budapest-London repülőút	15 μ Sv
1 csomag cigaretta	1 μ Sv

Gyakori besugárzás	
Dózis	Hatás
100 mSv/nap	3-6 hét után gyengeség, utána halál
10 mSv/nap	3-6 hónap után gyengeség, 3-6 év után halál
1 mSv/nap	Tünetek csak néhány év után jelentkeznek, csökken a várható élettartam
8 μ Sv/nap	Háttérsugárzásból eredő sugárzás

Radioaktív háttérsugárzás	3 mSv/év
1 csomag cigaretta/nap	0,7 mSv/év
1 l bor/nap	0,1 mSv/év
Tv-nézés, fekete-fehér 1 óra/nap	0,01 mSv/év
Tv-nézés, színes 1 óra/nap	0,02 mSv/év

Feltétlenül beszélnünk kell a radioaktív anyagok orvosi és ipari felhasználásáról is.

Korunk egyik aktuális problémája az *atomerőművek működésének kockázata*. Ennek megértéséhez fontos, hogy a tanulók viszonylag részletesen ismerjék meg a *háttérsugárzás kérdéskörét*. Azt, hogy a háttérsugárzás mind természetes, mind pedig mesterséges eredetű lehet, az előbbi a talaj radioaktivitásából, az utóbbi pedig elsősorban a kísérleti nukleáris robbantások, az atomerőművek, az izotóplaboratóriumok és nem utolsósorban a medicinális sugárterhelésből ered.

Az arányokat jól tükrözi az alábbi táblázat:

A lakosság sugárterhelési forrásai és átlagértékei 1988-ban [13]	
Természetes háttérsugárzás	2,4 mSv/év
Orvosi célú	0,4 mSv/év
Atomrobbantások	0,01 mSv/év
Nukleáris ipar	0,0002 mSv/év

Itt pedig eljutottunk az atomrobbantások és a nukleáris ipar problémaköréhez.

Ennek tárgyalására nyilvánvaló, hogy a láncreakció és az atomerőművek ismertetése után kerülhet sor, ami a IV-es gimnáziumi tananyag része.

Itt nagyon fontos, hogy a diákok megértésük, hogy egy környezetvédelmi szempontból jól megépített, jól üzemelő reaktor működése rendkívül kis veszélyt jelent csak a környezetre. Megdöbbentő adat, hogy 1988-ban az emberiség kétszer akkora sugárzási dózist kapott a széntüzelésű erőművekből kikerült radioaktív anyagoktól, mint az atomerőművektől (a mérgező gázok, porok, pernye egészségkárosító hatását még nem is vettük figyelembe). Itt felvetődik a kockázat, költség, hiszen kérdése, amelynek megértéséhez nagyon sok segítséget adhat a [13] dolgozat, amely sok adatot tartalmaz. Érdekes lehet a gyerekeknek a fenti dolgozatban szereplő feladat: „Számold ki saját évi sugárterhelésedet!”

Igen érdekes és mindennapjainkat érintő kérdés a *radon szerepe*, így az ezzel kapcsolatos mérések végzése, a radonmérő-hálózatba való bekapcsolódás a problémakör jobb megértése szempontjából igen hasznos lehet.

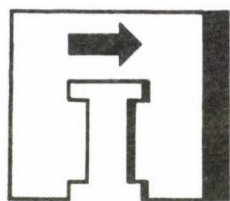
Az atomerőművekre visszatérve beszélnünk kell a veszélyes, *radioaktív hulladékok problémájáról*, ennek megoldási lehetőségeiről, végül pedig az *emberi mulasztások szerepének veszélyéről*, amely véleményem szerint az *atomerőművek működtetésének legkritikusabb pontja*. Ezt jól bizonyítja, hogy az atomerőmű-balesetek általában emberi mulasztásokra vezethetők vissza. Az atomerőművek tárgyalása után nyílik alkalom az atom- és széntüzelésű erőművek okozta környezetkárosítások összehasonlítására. Ez azért is fontos része a tananyagnak, mert a mindennapi életben sokszor hallhatunk pl. az atomerőművi hulladékok elhelyezésének problémájáról, ezzel szemben ugyanerről alig esik szó a szén-erőművek esetében. Megfelelő adatgyűjtés után a tanulók becsülik meg az egész életükben felhasznált villamos energia után rájuk eső hulladékok mennyiségét, majd atomerőművek működése során keletkezett atomhulladékok esetében, végül ugyanezt a széntüzelésű erőművek esetén is. Ugyanitt kell hangsúlyozni a két erőműtípus által a légkörbe kibocsátott

szennyező anyagok arányát, figyelembe véve azok károsságát is.

Beszélnünk kell az atomrobbantások, és egy remélhetőleg soha be nem következő atomháború várhatóan katasztrofális következményeiről is [1].

Irodalom

- [1] Demeter László: Válogatott fejezetek a környezetvédelemből (ajánlott a középiskolai fizika tanításához). OPI, 1989.
- [2] Tudomány. 1989. november
- [3] A Guide to the Study of Environmental Pollution. Szerkesztette: William A. Andrews, Prentice Hall, Inc Englewood Cliffs, New Jersey, 1972.
- [4] V. Eugene Vivian: Sourcebook for Environmental Education. C. V. Mosby Company, 1973.
- [5] 50 Simple Things Kids Can Do to Save the Earth. 1990.
- [6] 50 Simple Things You Can Do to Save the Earth. 1990.
- [7] Hanna Goldring: A Nap, mint energiaforrás. Fizikai Szemle. 1990/6. 170. oldal.
- [8] John L. Lewis: Energia, környezet, oktatás. Fizikai Szemle, 1990/6., 183. oldal.
- [9] Tarnóczy Tamás: Az ipari zaj, mint mérés-technikai és egészségügyi probléma. Fizikai Szemle, 1976/8., 286. oldal.
- [10] Tarján Imre, Rontó György: A biofizika alapjai. Medicina Könyvkiadó, 1987.
- [11] Utánunk az özönvíz. Duna Kör, ELTE – ÁJTK Politikatudományi Tanszékcsoport, 1987.
- [12] A Magyar Tudományos Akadémia ad hoc bizottságának állásfoglalása a Nagymarosi Vízlepcső esetleges elhagyásának lehetőségéről, és következményeiről. Utánunk az özönvíz. 205. oldal, Duna Kör, ELTE – ÁJTK Politikatudományi Tanszékcsoport, 1987.
- [13] Marx György: Kockázat. Fizikai Szemle. 1990/5., 129. oldal.
- [14] Lennart Samuelsson: Radon a lakásban. Fizikai Szemle. 1990/5., 138. oldal.
- [15] J. U. Ahmed: Radonészlelési módszerek. Fizikai Szemle. 1990/5., 146. oldal.
- [16] Tóth Eszter: Radon az iskolában. Fizikai Szemle. 1990/5., 155. oldal.
- [17] Matula Ágnes, Pataki Anna: Sugárszennyezés iskolai mérése. Fizikai Szemle. 1990/5., 160. oldal.
- [18] H. Joachim Schlichting: Egy újfajta energiaforrás, a takarékoság. Fizikai Szemle. 1990/6., 161. oldal.
- [19] P. S. Bhogal: Geotermikus energia a nagy kelet-afrikai hasadékvölgyben és globális tekintés. Fizikai Szemle. 1990/6., 166. oldal.
- [20] Kalecsinszky Sándor: Magyar meleg vizű tavak mint hőtárolók. Fizikai Szemle. 1990/6., 176. oldal.
- [21] Tadao Sugawa: Napenergia a XXI. század számára. Fizikai Szemle. 1990/6., 173. oldal.
- [22] H. M. C. Eijkelhof, K. Klaassen, P. L. Lijnse: A tanulók radioaktivitással kapcsolatos fogalmairól. Fizikai Szemle. 1990/6., 179. oldal.
- [23] Jon Ogborn: Energia: változás, különbség és veszély. Fizikai Szemle. 1990/4., 97. oldal.
- [24] Thomas Muller: A világ energiahelyzete. Fizikai Szemle. 1990/4., 100. oldal.
- [25] Friedrich Niehaus: Az energiatermelő rendszerek kockázatának összehasonlítása, Fizikai Szemle 1990/4. 116. oldal.
- [26] Révész Zsolt: Ránézésre biztonságos reaktor: a gejzír. Fizikai Szemle. 1990/3., 71. oldal.
- [27] Sohei Kondo: Hiroshima és Nagaszaki – a radioaktív sugárzás kockázatának reális becslése. Fizikai Szemle. 1990/3., 77. oldal.
- [28] Marx György: Csernobil leckéje. Fizikai Szemle. 1990/3., 85. oldal.
- [29] A környezetvédelem biológiai alapjai, Mezőgazdasági Kiadó, 1977.
- [30] Egyetemisták és főiskolások a környezet védelméért. ELTE, 1988.
- [31] Országos Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet: Sugárzás és élet. Paksi Atomerőmű Vállalat, 1991.



IMPULZUS

Kövesdi Katalin

Beszámoló az 1995-ös évi Frank János versenyről

A Frank János Fizika Feladatmegoldó Verseny 1995. március 24-én ötödik alkalommal került megrendezésre. A verseny résztvevői a szegedi általános iskolák 7. és 8. osztályos tanulói közül kerültek ki. Azok az iskolák, amelyek ezen a versenyen részt kívántak venni, március 24-e előtt házi-versenyt rendeztek. A háziversenyen legeredményesebben szereplő diákok juthattak el a szegedi Tiszaparti Általános Iskolában megrendezett Frank János versenyre.

21 iskolából 20 fő hetedik és 18 fő nyolcadik osztályos tanuló vett részt a versenyen. A versenyzőknek 100 perc alatt öt feladatot kellett megoldaniuk.

Az 1995-ös verseny helyezettei:

7. osztályosok:

1. Dombi Anikó, JGYTF I. Sz.Gyakorló Általános Iskola, felkészítő tanára: Horváthné Fazekas Erika.
2. Flach Attila, Makkosházi Általános Iskola, felkészítő tanára: Tarnai Magdolna.
3. Nádai Attila, Makkosházi Ált. Isk., felkészítő tanára: Tarnai Magdolna.

8. osztályosok:

1. Nagy Gábor, Gutenberg Általános Iskola, felkészítő tanára: Udvarhelyiné Béres Irma.

2. Kovács Rita, Zrínyi Ilona Általános Iskola, felkészítő tanára: Hódi Attiláné.

3. Jász Judit, JGYTF I. Sz.Gyakorló Általános Iskola, felkészítő tanára: Horváthné Fazekas Erika és dr. Miskolczy Józsefné.

Az alábbiakban közöljük a verseny feladatait és a megoldásokat.

7. osztályosok feladatai

Számológép és a mellékelt táblázat használható.

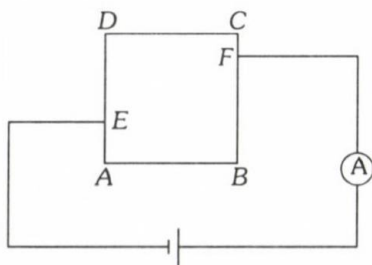
Megoldási idő 100 perc.

1. Egy traktor a lánccal hozzákötött szálát egyenes úton, változatlan sebességgel húzza. A szálára a traktor 1000 N, a gravitációs mező 2000 N nagyságú erőt fejt ki. Mekkora a szálára ható összes erő együttes nagysága? Indokold a válaszod!
 - a) 1000 N;
 - b) 2000 N;
 - c) 3000 N;
 - d) 0 N;
 - e) nem tudjuk, mert nem ismerjük, hogy a szál a traktoron és a gravitációs mezőn kívül mivel van még kölcsönhatásban.

2. A folyó jege legfeljebb 30 kPa nyomást bír ki. Egy 72 kg tömegű ember két cipőtalpának együttes területe 300 cm².

- Elbírja-e a jég a két lábon álló embert?
- Sétálhatna-e ez az ember a folyópart jegén?

3. Egyenletes keresztmetszetű, centiméterenként 1 Ω ellenállású vezetékéből $l = 20$ cm oldalhosszúságú négyzetet formázunk. Az E pont a négyzet A csúcsától $\frac{1}{4}l$, az F pont a B csúcsától $\frac{3}{4}l$ távolságban van. Az E és F pontokat az ábra szerinti elrendezésben 20 V-os feszültségforráshoz kapcsoljuk. Mekkora áramerősséget mutat az ampermérő?



4. Peti „tengeralattjárót” épít. Mekkora térfogatú fenyőfa hasábot kell a 4 cm × 8 cm × 0,5 cm méretű üveglaphoz erősítenie ahhoz, hogy az így összeerősített „tengeralattjáró” lebegjen a vízben?

5. Ismert szilveszteri népszokás az ólomöntés, melynek során a megolvasztott ólmot hideg vízbe öntik.

a) Legalább mennyivel kell növelni a 100 g tömegű, 27 °C hőmérsékletű ólom belső energiáját, hogy megolvadjon?

b) Az éppen megolvadt 100 g tömegű ólmot 0,5 dm³ vízbe öntik. A közös hőmérséklet 23 °C lesz. Milyen hőmérsékletű vízbe öntötték az olvadt ólmot? A hőveszteségtől eltekintünk.

8. osztályosok feladatai

Számológép és a mellékelt táblázat használható.

Megoldási idő 100 perc.

1. Milyen hosszú lehet egy toronyóra nagy-mutatója, ha a mutató tengelytől legtávolabbi pontja 24 cm-t tesz meg 1 perc alatt?

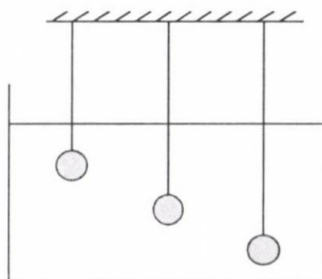
2. Egy l hosszúságú, állandó keresztmetszetű, R ellenállású drótból levágnak egy darabkát és azt a maradék drótszála hosszában ráforrasztják. Mekkora a levágott drótdarab hossza, ha az így kapott vezeték ellenállása $\frac{R}{2}$ lesz?

3. Egy 20 g tömegű, 27 °C hőmérsékletű ólomgolyó $500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel ütközött egy tárgyba, ott lefékeződött, és az ólom $\frac{3}{4}$ része megolvadt. A kezdeti mozgási energia hány százaléka növelte a golyó belső energiáját?

4. Egy 50 cm × 80 cm × 645 cm méretű üveggádat magasságának $\frac{4}{5}$ részéig meg-

töltünk $0,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ sűrűségű olajjal. Ebbe

három, egyenlő sugarú, m , $2m$, $3m$ tömegű fémgolyót merítünk úgy, hogy az m tömegű golyó a felszín alatt 15 cm-re, a $2m$ tömegű 30 cm-re, a $3m$ tömegű golyó pedig a felszín alatt 45 cm-re van. Hasonlítsd össze a golyókra ható felhajtóerőket! Állításodat indokold!



5. Hálózatról működő elektromos főzőlap három azonos ellenállású fűtőszálát tartalmaz. Ha a három fűtőszál párhuzamosan van kapcsolva, akkor a főzőlap a teáskannában levő 1 l, 17 °C hőmérsékletű vizet 6 perc alatt forralja fel.

- Mekkora egy fűtőszál ellenállása?
- Mennyi idő alatt forra fel a teáskannában levő ugyanekkora mennyiségű víz, ha a fűtőszálakat

a) sorosan?

b) kettőt sorosan, a harmadikat pedig velük párhuzamosan kapcsolnánk?

Az energiavesztéstől eltekintünk.

Javítókulcs a 7. osztály feladataihoz

1. Mivel a szálfá egyenes úton változatlan sebességgel mozog, ezért a ráható erők kiegyenlítik egymást. Tehát a d) válasz a helyes.

2. $p_{\max} = 30 \text{ kPa} = 30\,000 \text{ Pa}$

$$2A = 300 \text{ cm}^2 = 0,03 \text{ m}^2$$

$$m = 72 \text{ kg}$$

$$p_1 = ?$$

a) A 72 kg tömegű ember súlya 720 N. Az ember, ha két lábon áll a jégen,

$$p_1 = \frac{G}{2A} = \frac{720 \text{ N}}{0,03 \text{ m}^2} = 24\,000 \text{ Pa}$$

nyomást fejt ki a jégre. Mivel $p_1 < p_{\max}$, a jég elbírja a két lábon álló embert.

b) Lépésnél csak az egyik lábunk van a talajon, ezért ekkor az általunk kifejtett nyomás az előbbi érték kétszerese, hiszen változatlan erőhatás mellett a felület felére csökkent:

$$p_2 = 2p_1 = 48\,000 \text{ Pa}.$$

$p_2 > p_{\max}$, vagyis az ember nem sétálhat a jégen, mert beszakad alatta.

3. $l = 20 \text{ cm}$

$$U = 20 \text{ V}$$

$$I = ?$$

Az EDCF és EABC vezetékdarabok azonos hosszúságúak – mivel a vezeték keresztmetszete mindenhol ugyanakkora – az ellenállásuk is megegyezik.

Az E és F pontok közé eső vezetékdarabok hossza 40-40 cm, ezért ellenállásuk 40-40 Ω. A két ellenállást egymással párhuzamosan kapcsoltuk, így az eredő ellenállás nagysága:

$$R_e = \frac{40 \text{ } \Omega}{2} = 20 \text{ } \Omega.$$

Ohm törvénye alapján az áramkörben mérhető áramerősség:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{20 \text{ V}}{20 \text{ } \Omega} = 1 \text{ A}.$$

4. $V_1 = 4 \times 8 \times 0,5 \text{ cm}^3$

$$\rho_1 = 2,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_2 = 0,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_V = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$V_2 = ?$$

Az üveglap térfogata: $V_1 = 16 \text{ cm}^3$.

Ennek a tömege:

$$m_1 = \rho_1 V_1 = 2,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 16 \text{ cm}^3 = 41,6 \text{ g}.$$

Legyen a fahasáb térfogata V_2 . Ennek tömege:

$$m_2 = \rho_2 V_2 = 0,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot V_2 \text{ cm}^3 = 0,5 \cdot V_2 \text{ g}.$$

A két test együttesen ugyanekkora tömegű vizet szorít ki:

$$m_{\text{ki}} = m_1 + m_2 = 41,6 \text{ g} + 0,5 V_2 \text{ g}.$$

A kiszorított víz tömege kifejezhető a víz sűrűségével és a bemerülő térfogatokkal is:

$$m_{\text{ki}} = \rho_V \cdot (V_1 + V_2) = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot (16 \text{ cm}^3 + V_2).$$

Ezek egyenlőségéből:

$$41,6 \text{ g} + 0,5V_2 \text{ g} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot (16 \text{ cm}^3 + V_2)$$

$$26,5 \text{ g} = 0,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot V_2$$

$$\underline{\underline{51,2 \text{ cm}^3 = V_2}}$$

Megjegyzés: V_2 meghatározható az átlagsűrűség segítségével is. Mivel a „tengeralttjáró” lebeg, az átlagsűrűsége megegyezik a víz sűrűségével:

$$\rho_{\text{átl}} = \frac{m_{\text{üveg}} + m_{\text{fa}}}{V_{\text{üveg}} + V_{\text{fa}}} =$$

$$= \frac{41,6 \text{ g} + 0,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot V_2}{16 \text{ cm}^3 + V_2}.$$

$$\rho_{\text{átl}} = \rho_{\text{víz}}$$

$$\frac{41,6 \text{ g} + 0,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot V_2}{16 \text{ cm}^3 + V_2} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

$$\text{Ebből: } \underline{\underline{V_2 = 51,2 \text{ cm}^3}}.$$

5. $m_o = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$

$$T_1 = 27^\circ \text{C}$$

$$V_v = 0,5 \text{ dm}^3$$

$$T_K = 23^\circ \text{C}$$

$$T_V = ?$$

$$\Delta E_b = ?$$

a) $T_{\text{olv}} = 327^\circ \text{C}$

$$c_o = 0,13 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ \text{C}}$$

$$L_o = 20 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Az ólom belsőenergia-változása míg hőmérséklete az olvadáspontra emelkedik:

$$\Delta E_1 = c_o \cdot m_o \cdot (T_{\text{olv}} - T_1) =$$

$$= 0,13 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ \text{C}} \cdot 0,1 \text{ kg} \cdot 300^\circ \text{C} =$$

$$= 3,9 \text{ kJ}.$$

Az ólom megolvasztásához belső energiáját tovább kell növelni:

$$\Delta E_2 = L_o \cdot m_o = 20 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,1 \text{ kg} =$$

$$= 2 \text{ kJ}.$$

A teljes belsőenergia-változás:

$$\underline{\underline{\Delta E_b = \Delta E_1 + \Delta E_2 =}}$$

$$= 3,9 \text{ kJ} + 2 \text{ kJ} = 5,9 \text{ kJ}.$$

b) A vízbe öntött, megolvadt ólom belső energiája csökken, a víz belső energiája ugyanennyivel nő:

$$\Delta E_{\text{ólom}} = \Delta E_{\text{víz}}$$

$$\Delta E_{\text{ólom}} = L_o \cdot m_o + c_o \cdot m_o \cdot (T_{\text{olv}} - T_K)$$

$$\Delta E_{\text{ólom}} = 20 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,1 \text{ kg} +$$

$$+ 0,13 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ \text{C}} \cdot 0,1 \text{ kg} \cdot (327^\circ \text{C} - 23^\circ \text{C})$$

$$\Delta E_{\text{ólom}} = 2 \text{ kJ} + 3,952 \text{ kJ} = 5,952 \text{ kJ}.$$

$$\Delta E_{\text{víz}} = c_v \cdot m_v \cdot (T_K - T_V) =$$

$$= 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ \text{C}} \cdot 0,5 \text{ kg} \cdot (23^\circ \text{C} - T_V)$$

$$\Delta E_{\text{víz}} = 48,3 \text{ kJ} - 2,1 \cdot T_V \frac{\text{kJ}}{^\circ \text{C}}$$

$$\Delta E_{\text{víz}} = \Delta E_{\text{ólom}}$$

$$48,3 \text{ kJ} - 2,1 \cdot T_V \frac{\text{kJ}}{^\circ \text{C}} = 5,952 \text{ kJ}$$

$$T_V = \frac{(48,3 - 5,952) \text{ kJ}}{2,1 \frac{\text{kJ}}{^\circ \text{C}}} = \frac{42,348}{2,1} ^\circ \text{C}$$

$$\underline{\underline{T_V = 20,165^\circ \text{C} \sim \underline{\underline{20,2^\circ \text{C}}}}}$$

Javítókulcs a 8. osztály feladataihoz

1. $s = 24 \text{ cm} = 0,24 \text{ m}$

$$t = 1 \text{ perc} = 60 \text{ s}$$

$$r = ?$$

A mutatónak a tengelytől legtávolabb levő pontja mutatóhossznyi sugarú körpályán egyenletes körmozgást végez. A körmozgás periódusideje: $T = 3600 \text{ s}$.

A körmozgást végző pont kerületi sebessége kifejezhető az adatokkal is és a periódusidővel is. Ezek egyenlőségéből kapjuk a mutató hosszát:

$$v_k = \frac{s}{t} = \frac{0,24 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 0,004 \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$v_k = \frac{2r\pi}{T} = \frac{2 \cdot r \cdot 3,14}{3600 \text{ s}} = 0,00175r \frac{1}{\text{s}}.$$

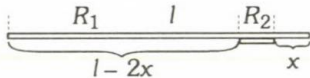
$$0,004 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,00175r \frac{1}{\text{s}}$$

$$\underline{\underline{r = 2,29 \text{ m}}}.$$

2. R

$$l$$

$$R_e = \frac{R}{2}$$

$$x = ?$$


Az összeforrasztás után az egyszeres keresztmetszetű rész hossza $l - 2x$ ennek ellenállása:

$$R_1 = \rho \cdot \frac{l - 2x}{A},$$

ahol ρ a drót fajlagos ellenállása, A pedig a keresztmetszete.

Az összefogott, vagyis kétszeres keresztmetszetű rész hosszúsága x , eredő ellenállása:

$$R_2 = \rho \cdot \frac{x}{2A}.$$

Az egyszeres és a kétszeres keresztmetszetű részt egymással sorosan kapcsoltuk össze, így az egész drót eredő ellenállása:

$$R_e = R_1 + R_2 = \rho \frac{l - 2x}{A} + \rho \frac{x}{2A} =$$

$$= \rho \frac{2(l - 2x) + x}{2A} = \rho \frac{2l - 3x}{2A}.$$

A feladat szövege szerint ez az ellenállás az eredeti R ellenállásnak a fele:

$$R_e = \frac{R}{2} = \rho \cdot \frac{l}{2A}.$$

Ebből:

$$\rho \frac{2l - 3x}{2A} = \rho \frac{l}{2A}.$$

Egyszerűsítés után:

$$\underline{\underline{x = \frac{l}{3}}}.$$

Megjegyzés: a feladat így is megoldható: mivel a keresztmetszet és az anyagi minőség állandó,

$$R \sim l.$$

Az eredeti hossz l , ennek ellenállása R .

Egységnyi hosszúságú drótszakasz ellenállása: $\frac{R}{l}$.

$x \cdot$ egységnyi hosszúságú drótszakasz ellenállása: $x \cdot \frac{R}{l}$.

Ha két, $x \cdot$ egységnyi hosszúságú drótdarabot összefogunk, az eredő ellenállás feleakkora, vagyis $x \cdot \frac{R}{2l}$.

Ehhez sorosan kapcsoljuk az $l - 2x$ hosszúságú drótszakaszt, melynek ellenállása $\frac{(l - 2x)R}{l}$.

A sorosan kapcsolt ellenállások eredője $\frac{R}{2}$. Ebből:

$$\frac{R}{2} = x \cdot \frac{R}{2l} + \frac{(l - 2x)R}{l},$$

$$\underline{\underline{x = \frac{l}{3}}}.$$

3. $T_1 = 27^\circ \text{C}$

$$v = 500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$m = 20 \text{ g} = 0,02 \text{ kg}$$

$$c = 0,13 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ \text{C}}$$

$$T_{\text{olv}} = 327^\circ \text{C}$$

$$L_o = 20 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\frac{E_m}{\Delta E_b} = ? (\%)$$

Az ólomgolyó kezdeti mozgási energiája:

$$E_m = \frac{1}{2}mv^2 =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,02 \text{ kg} \cdot \left(500 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 =$$

$$= 2500 \text{ J} = 2,5 \text{ kJ}.$$

Az ólomgolyó teljes tömegének az olvadáspontra történő felmelegítéséhez és a tömeg $\frac{3}{4}$ részének megolvasztásához szükséges belsőenergia-változás:

$$\begin{aligned}\Delta E_b &= c \cdot m \cdot (T_{\text{olv}} - T_1) + L_o \cdot \frac{3}{4} \cdot m = \\ &= 0,13 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 0,02 \text{ kg} \cdot \\ &\cdot (327^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}) + \\ &+ 20 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{3}{4} \cdot 0,02 \text{ kg} = \\ &= 0,78 \text{ kJ} + 0,3 \text{ kJ} = 1,08 \text{ kJ}.\end{aligned}$$

A kezdeti energia:	2,5 kJ	100 %
	0,025 kJ	1 %
	1,08 kJ	x %

$$\begin{aligned}x &= \frac{1,08}{0,025} \\ x &= 43,2 \%\end{aligned}$$

(A feladat az ólomgolyó tömegének ismerete nélkül is megoldható.)

4. A folyadékba (gázba) merülő testre ható felhajtóerő csak a bemerülő térfogattól és a folyadék (gáz) sűrűségétől függ. A folyadék sűrűsége a kádban mindenhol ugyanakkora. Mivel a bemerülő fémgömbök sugara és így térfogata is azonos, továbbá mindhárom gömb ugyanazon folyadékba merül, ezért mindhárom gömbre ugyanakkora nagyságú felhajtóerő hat.

5. $V = 1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 \Rightarrow m = 1 \text{ kg}$

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = 17^\circ\text{C} \\ T_2 = 100^\circ\text{C} \end{array} \right\} \Delta T = 83^\circ\text{C}$$

$$t = 6 \text{ perc} = 360 \text{ s}$$

$$c = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$R = ?$$

$$t_2 = ?$$

$$t_3 = ?$$

- Az energiavesztéstől eltekintünk, ezért:

$$\Delta E_b = W,$$

$$c \cdot m \cdot \Delta T = U \cdot I \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t.$$

Ebből R' , azaz a három párhuzamosan kapcsolt ellenállás eredője:

$$\begin{aligned}R' &= \frac{U^2 \cdot t}{c \cdot m \cdot \Delta T} = \\ &= \frac{(220 \text{ V})^2 \cdot 360 \text{ s}}{4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 1 \text{ kg} \cdot 83^\circ\text{C}} = \\ &= 49,98 \Omega \sim 50 \Omega.\end{aligned}$$

Ha a három, azonos ellenállású, párhuzamosan kapcsolt fűtőszál eredő ellenállása 50Ω , akkor egy fűtőszál ellenállása ennek háromszorosa:

$$\underline{\underline{R = 150 \Omega.}}$$

- Ha mindhárom fűtőszálát sorosan kötjük, az eredő ellenállás:

$$R'' = 3 \cdot 150 \Omega = 450 \Omega.$$

A keresett időtartam a

$$c \cdot m \cdot \Delta T = \frac{U^2}{R''} \cdot t_2$$

összefüggésből:

$$\begin{aligned}t_2 &= \frac{c \cdot m \cdot \Delta T \cdot R''}{U^2} = \\ &= \frac{4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 1 \text{ kg} \cdot 83^\circ\text{C} \cdot 450 \Omega}{(220 \text{ V})^2} \\ t_2 &= 3241,1 \text{ s} = 54 \text{ perc}\end{aligned}$$

- Két fűtőszálát sorosan, a harmadikat velük párhuzamosan kapcsolva az eredő ellenállás:

$$\begin{aligned}\frac{1}{R'''} &= \frac{1}{300 \Omega} + \frac{1}{150 \Omega} = \frac{3}{300 \Omega} \\ R''' &= 100 \Omega.\end{aligned}$$

Ekkor a teavíz:

$$\begin{aligned}t_3 &= \frac{c \cdot m \cdot \Delta T \cdot R'''}{U^2} = \\ &= \frac{4200 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 1 \text{ kg} \cdot 83^\circ\text{C} \cdot 100 \Omega}{48400 \text{ V}^2} \\ t_3 &= 720,25 \text{ s} \sim 12 \text{ perc alatt forna} \\ &\underline{\underline{\text{fel.}}}\end{aligned}$$

Dr. Pintér Ferenc

A Kvant nyomában

A fizika tanítása 1995. évi 3. számában közölt feladatok megoldásai

1. A válasz egyértelműen nem adható meg, ha nem ismerjük a gömbök méretét és pályáik metszéspontján való áthaladásuk időpontját.

2. Négy.

3. Szinusz vagy koszinusz.

4. a) Parabola;

b) Ha a labda vonathoz viszonyított sebességének nagysága megegyezik a vonat Földhöz viszonyított sebességével, akkor függetlenül, minden más esetben parabola pályán.

5. Az első test ugyanakkora idő alatt nagyobb utat tesz meg (lásd görbe alatti terület), ezért az első test átlagos sebessége nagyobb.

6. Az eredő nyomóerő domború felületen való mozgás esetén átlagosan kisebb, mint a homorú felületen. Következésképpen a súrlódási erő az ACB úton kisebb, mint az ADB úton. Ezért a test sebessége akkor nagyobb a B pontban, ha az ACB úton mozog.

7. Igen, ha az árnyék olyan falon keletkezik, amely párhuzamos az ember futásának irányával és a fényforrás gyorsabban mozog az embernél ugyanabban az irányban.

8. A mozgó pont sebességének nagysága növekszik.

9. Mindkét test gyorsulásának iránya azonos, északi irányú.

10. A test gyorsulása pl. M tömeg esetében $a = g - \frac{F}{M}$, ahol F a fékező erő. Ezért a nagyobb tömegű test gyorsabban esik.

11. Azért, mert a centripetális gyorsulás, amely a Föld, Nap körüli mozgásával kapcsolatos, elhanyagolható a földi nehézségi gyorsuláshoz képest.

12. A pályára állítás során a nehézségi erő ellenében történő gyorsulás miatt a periódusidő csökken, a pályán való mozgása során pedig az ingaóra – a súlytalanság miatt – nem működik.

13. Gyorsulva gyorsuló, mivel a mozgás során növekszik a vonzóerő.

14. A másolat minden lineáris mérete kétszer nagyobb, ezért a másolat térfogata nyolcszor nagyobb, így tömege 400 g.

15. Ha $\overline{AO}:\overline{OB}=1:3$. Ilyen esetben a forgástengely átmegy a rendszer tömegközéppontján, ezért a feszítőerők azonosak.

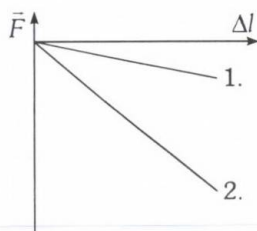
16. Rugóra rögzített testek szabad rezgésének periódusideje alapján.

17. Igen, mivel a súlytalanság állapotában is megmarad a testek tehetetlensége.

18. Valóságos – tömeggel rendelkező – kötelet szigorúan vízszintesen nem lehet kifeszíteni.

19. Az ábrán látható módon

- 1 – a rugók sorba vannak kötve;
- 2 – a rugók párhuzamosan vannak kötve.



20. Nehézségi erő.

21. Mindkét esetben a rendszer (a két gömb és a fonal) azonos gyorsulással mozog. Mivel az első esetben a fonal a kisebb tömegű gömbön hozza létre ugyanazt a gyorsulást, ezért ekkor kisebb a fonálerő.

22. A buborék belsejében a nyomás nagyobb a külső nyomásnál, mivel a felületi feszültségből származó erő a buborékot összenyomni igyekszik.

23. A folyadék hidrosztatikai nyomásából származó nyomóerő az oldalfalakon fele akkora, mint a kocka alakú edény alján.

24. Ha elhanyagoljuk a levegő ellenállását, a barométer gyakorlatilag súlytalan állapotban lesz. A légköri nyomás hatására a barométer csövét teljesen kitölti a higany, ezért a barométer formálisan azt a nyomást fogja mutatni, amely a maximális hosszúságú higanyoszlop végénél leolvasható.

25. Ismerve a Föld sugarát, kiszámítjuk a Föld felszínét. A légköri nyomás ismerete alapján megbecsüljük az 1 m^2 alapterületű levegőoszlop tömegét, és ezt megszorozzuk a Föld felszínével.

26. A vízszint magassága nem változik, mivel a kiszorított víz súlya mindkét esetben azonos a deszka súlyával, tehát a kiszorított víz térfogata nem változik.

27. Nem változik.

28. A forgó hengerben lévő hidegebb, tehát nagyobb sűrűségű levegő tehetetlensége miatt kifelé mozdul el. Ezért a kisebb sűrűségű, így kisebb tehetetlenségű „gyertyalángot” befelé szorítja.

Feladatok

29. A csillagászok megállapították, hogy a Szaturnusz bolygó gyűrűjét alkotó részek sebessége nem arányos a forgástengelytől mért távolságukkal. Ennek alapján milyen következtetés vonható le a gyűrű szerkezetéről?

30. Milyen pályán mozog az a lövedék, amelyet egy Föld körül keringő űrhajóról

- előre,
- hátra,
- oldal irányban lőnek ki?

31. Képzeljünk el egy, a Nap körül keringő olyan asztalt, amelyre a Földet ráhelyezik. Hogyan és milyen erővel hat a Föld az asztalra?

32. A Nap a Holdat kb. kétszer nagyobb erővel vonzza, mint a Földet. Hogyan lehetséges, hogy a Hold mégis a Föld kísérője és nem önálló bolygó?

33. A Föld forgástengelye mentén „átfúrjuk” a Földet. Mekkora annak a testnek a legnagyobb sebessége, amely ebben a lyukban a Föld felszínéről kezdősebesség nélkül indulva mozog?

34. Hogyan mozogna a Hold, ha megszűnne

- a Föld és a Hold közötti gravitációs kölcsönhatás,
- a Hold Föld körüli pályamozgása?

35. A súlytalanság esetén igaz-e Pascal és Arkhimédész törvénye?

36. Egy rakéta, amelyet függőleges irányban indítanak el, a legnagyobb emelkedési magasságban felrobban és három részre esik szét. Igazolja, hogy a részek kezdeti sebességvektorai egy síkban helyezkednek el!

37. Egy fatábla úszik a víz felszínén. A fatáblára két vízszintes, nem egy egyenesbe eső, ellenkező irányú erő hat. Hogyan fog mozogni a fatábla?

38. Súrlódásmentes, vízszintes felületen egy abroncs fekszik, rajta egy bogár ül. Milyen alakú pályán fog mozogni a bogár illetve az abroncs középpontja, ha a bogár elkezd mászni az abroncson?

39. Egy egyenes vonalban egyenletes v sebességgel mozgó vonatban álló ember F erővel nyújtott állapotban tart egy rugót az ábrán látható módon. Mekkora munkát végez az ember a Földhöz viszonyított koordinátarendszerben?

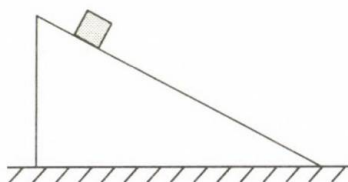
40. Végezhet-e munkát a nyugalmi súrlódási erő?

41. Lehet-e az akkumulátorok hatásfoka 1-gyel egyenlő?

42. Egy nehéz test súrlódásmentesen csúszik le olyan lejtőről, amelynek alapja vízszintes síkban fekszik és súrlódásmentesen elmozdulhat. Azonos-e a lecsúszó test végsebessége, ha a lejtő

a) rögzítve van?

b) szabadon elmozdulhat?

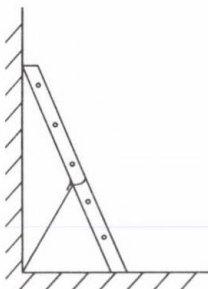


43. Egy gitárt hideg helyiségben helyezünk el. A gitár húrjainak feszítettsége nagyobb lesz, ami azt jelenti, hogy a rugók rugalmassági energiája megnövekedett. Mi az oka a rugalmas energia növekedésének?

44. Egy elektromosan feltöltött falú léggömböt úgy fújnak fel, hogy töltése közben nem változik. Változik-e a felfújás során az elektromos energia értéke? Töltés jelenlétében, illetve töltés nélküli esetben könnyebb-e felfújni a léggömböt?

45. Miért könnyebb egy hosszú rudat vízszintes helyzetben a közepén alátámasztva megtartani, mint a végénél fogva?

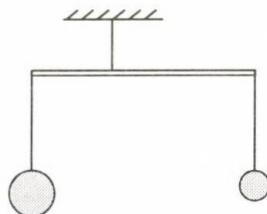
46. Egy létra, amelynek súlypontja a létra közepén helyezkedik el, teljesen sima talajon áll és teljesen sima falhoz van támasztva. Mekkora szakítóerőt kell kibírnia annak a kötelnek, amely a létra közepére kötve (lásd ábra) megakadályozza a létra lecsúszását? (!)



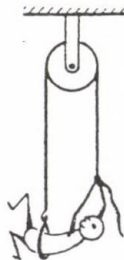
47. Az ábrán látható módon meggörbített vezető vízszintes tengely körül foroghat a forgástengelyre merőleges B indukciójú mágneses mezőben. Mi történik a vezetővel, ha egyenáramot bocsátunk rajta keresztül?



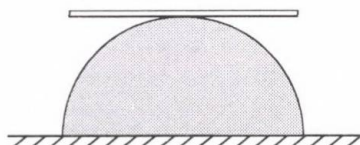
48. Súlytalannak tekintett tartórúdon elhelyezett két acélgömb a levegőben egyensúlyban van. Változik-e az egyensúlyi állapot, ha a gömbök ugyanabban a folyadékban teljesen elmerülnek?



49. Egy gyerek az ábrán látható módon állócsiga segítségével húzza fel magát. Mekkora erőt kell kifejtenie a gyereknek?

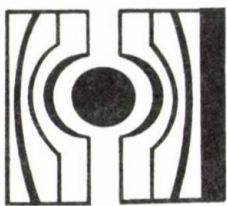


50. Egy félgömb felületére vízszintesen olyan vonalzót helyezünk el (lásd ábra), amelynek vastagsága kisebb, mint a félgömb sugara. Stabilis-e az ilyen egyensúlyi állapot?



Irodalom

- [1] A. A. Leonovics: Fiziceszkij kaleidoszkóp. Büro-Kvantum, Moszkva, 1994. (A Kvant c. folyóirat melléklete.)



KONTINUITÁS

Fény az éjszakában

(A röntgensugárzás felfedezésének története)

Forrásmunkák alapján összeállította Bonifert Katalin



„Egy másik városban nem, csakis Würzburgban volt lehetséges az X-sugarak felfedezése. Csak itt jön egy titkos fény az emberhez oly közel, ahogy ritkán egy másik pontján a Földnek. A würzburgi fény, ami a napsütéses napokon a hegyekről a városra ragyog úgy tűnik, mintha egy örömköltésből született volna.”

Max Dauthendey: Apám szelleme

Wilhelm Conrad Röntgen mások biztatására kezdett fizikával foglalkozni. Ennek történetét élete végén így mesélte el:

„Amikor 50 évvel ezelőtt a doktori diplomát a kezembe adták, felrohantam vele az Uetli-hegyre Zürichnél, ahol akkor egy kúrán tartózkodott a kedvesem. Mind a ketten rettentően büszkék voltunk a doktori címre. Bár így utólag visszagondolva nekem a diploma nem jelentett túl sokat. Minden okom megvolt arra, hogy a jövőm miatt aggódjak. Bár két diplomával is rendelkeztem, mégsem tudtam

rászánni magam arra, hogy műszaki tudományokkal foglalkozzam. Ebben a kritikus időszakban ismerkedtem meg egy fiatal fizika professzorral (Kundt), aki egy napon megkérdezte: – „Tulajdonképpen mit akar maga kezdeni az életével?” Azt válaszoltam: „Nem tudom!” Mire ő: „Próbálkozzon meg a fizikával foglalkozni!” Be kellett vallanom, hogy még egyáltalán nem foglalkoztam vele, mire az ő válasza az volt, hogy minél előbb hozzam be ezt a lemaradást. Summa summarum, 24 évesen, félig-meddig vőlegényként kezdtem el a fizikával intenzíven foglalkozni. S ehhez a tudományhoz azóta is hű maradtam.”

Bármily furcsa is, az X-sugarak felfedezésének körülményeiről alig tudunk valamit. Ami 1895. november 8-a estéjén a würzburgi egyetem fizika tanszékének privát laboratóriumában pontosan mi történt, az számunkra mindig ismeretlen marad.

A kutató sajátkezűleg semmisítette meg a dokumentumokat. A történetekről csak töredékes felvilágosítást adott, végrendeletében pedig meghatározta, hogy halála után a még megmaradt személyes jegyzeteit égessék el. Ez meg is történt.

A tudós elejtett megjegyzéseiből és a kortárs szemtanúk elbeszéléseiből a következő történet rekonstruálható:

A Pleicher Ring 8-ban még késő este is égett a villany, csak alkalmanként néhány percre aludt ki. Röviddel ezután Röntgen ezt mondta egy barátjának:

„Valami érdekeset fedeztem fel!”

Röntgen, aki 50 éves volt, november 8-án a Pleicher Ringre néző laborjában az ablak előtt állt. Az utcán elhaladó lovashintók ugyan nem voltak kivágóak, de hogy a szobába semmi fény ne szűrődjék be, a sötétség még tökéletesebb legyen, a tudós összehúzta a néhez függönyöket is. Nagyfeszültségű áramot akart egy katódsugárcső két elektródája közötti vákuumon keresztülvezetni. A professzor arra volt kíváncsi, hogy mi játszódik le a fekete kartonnal szorosan bevont csőben, milyen sugarak keletkeznek benne. Valószínű, hogy egy kémiaiag kezelt papírdarabbal sugarakat próbált keresni a katódsugárcső körül. Lehet, hogy ezen az estén véletlenül találkoztak a sugarak az asztalon heverő néhány kristálydarabkával. Mindenesetre a báriumsóval bevont üvegkorong fel-felvillant a cső üzemeltetése közben. Később egy szilárd tárgy került a cső és az ernyő közé, s a sugarak áthatolását az sem akadályozta meg. Valójában ez lehetett a felfedezés pillanata. Röntgen a történetekről így számolt be:

„Egy véletlen folytán észrevettem, hogy a sugarak a fekete papíron keresztülhatoltak. Ugyanezt kipróbáltam egy darab fával és egy papírfüzettel is. Az eredmény ugyanaz volt, de még mindig azt gondoltam, hogy egy tévedés áldozata vagyok.”

Wilhelm Conrad Röntgen a következő hetekben ritkán hagyta el a laboratóriumot, hiszen nem az az ember volt, aki bizonyító kísérletek sorozata nélkül állította volna fel tételeit. Felesége érdeklődő kérdéseire, hogy mit dolgozik a laboratóriumban, a válasza mindig ugyanaz volt:

„Ha az emberek megtudnák, hogy mit csinállok, azt mondanák: Röntgen megőrült.”

Felesége elbeszélései szerint, ezekben a napokban mindig későn jött enni, az asztalnál rosszkedvű volt és mindig sietett. A következő hetekben ritkán hagyta el a labort. Később az ágyát is a laboratóriumba vitette, és mind gyakrabban ebédelni is ott maradt.

„Most nem szabad a megfigyelésekben és magyarázatokban hibáznia, most minden erejét a titok felfedezésére kell fordítania.” – mondta, Röntgen életének legfontosabb hetéről Friedrich Dessauer fizika professzor, aki szintén foglalkozott a röntgensugárzással.

Röntgennek biztonságot adtak a fotók, amelyeket készített: a titokzatos sugarak nyomait egy lemezen fogta föl. Súlyokat fotózott le, melyek tartódobozukba voltak bezárva. Su-

garakat küldött egy ajtón keresztül, és így észlelte, hogy az ajtó egy része ólommal volt lefedve.

Az események ezután hihetetlenül felgyorsultak:

1895. december 22.

Röntgen kísérletek sorozatát végezte el, hogy a titokzatos sugarakat jobban megismerje. Ekkor kérte meg feleségét, hogy a kezét egy fekete kartonnal bevont fotolemezre tegye. Azt, hogy a kész felvételt megmutatta-e neki, még ma sem tudjuk.

1895. december 28.

Kísérleteinek eredményét egy szakmai értekezésben foglalta össze, melynek ezt a címet adta: „Új típusú sugarak.” E tanulmányt még ezen a napon átadta a würtzburgi Fizika Társulat elnökének. Az írás később meg is jelent a társulat egy beszámolójában. Feleségét is ezen kézirat kapcsán avatta be titkaiba, amikor megmutatta neki tanulmányát.

1896. január 1.

Ezen a napon kapta meg értekezésének 100 db tiszteletpéldányát, melyeket nyomban szétküldött német és külföldi kollégáknak, barátoknak. A levelekhez fotókat is mellékel.

Ebben az időben sok európai egyetem fizika tanszékén voltak olyan eszközök, amilyenekkel Röntgen az X-sugarakat felfedezte, így mindenhol megpróbálták Röntgen kísérleteit megismételni.

1896. január 5.

Mint sok más újság, így a bécsi „Presse” is tudósítást adott e napon a felfedezésről. A cikk írója az újonnan feltárult orvosi lehetőségekről írt: „Egy bonyolult csonttörést az orvos nagyon pontosan tudna megvizsgálni anélkül, hogy a páciensnek nagyobb fájdalmat okozna.” A következő napokban további újságok is tudósítottak a nagyszerű újdonságról. Ezer-számra érkeztek levelek jókívánságokkal, de ezek nagy részét Röntgen megsemmisítette. Még zsarolók is jelentkeztek, egy közülük 200.000 DM-t követelt.

1896. január 13.

Röntgen beszámolt II. Vilmos német császárnak felfedezéséről, amely az egész világot addigra megmozgatta. A berlini palota csillagterme laboratóriummá alakult át. A császári család tagjai ámulattal hallgatták a felfedező ismertetését.

1896. január 23.

E napon a Würtzburgi Egyetem Fizika Tanszékének zsúfolásig telt előadótermében beszélt Röntgen felfedezéséről. Rudolf Albert von Koeliker – miközben a feltaláló a kezét röntgenezte – azt javasolta, hogy a felfedezett sugarakat nevezzék el röntgensugaraknak. A javaslatot nagy ovációval fogadták.

A megfeszített munkával telt hónapokat követően pihenésre volt szüksége a tudósnak, ezért a szemeszter szünetében Olaszországba utaztak. De nyugalmat ott sem találtak. Florenzből riporterek, egyetemi hallgatók ostromra fogadták őket, ahonnan menekülésszerűen távoztak.

Kollégái, barátai ovációjának örült, de sztár soha nem akart lenni.

A nemesi címet, amit a minisztérium ajánlott neki, nem fogadta el és ezzel a lépésével életre szóló ellenségeket szerzett magának. Terveit, melyekkel a Würtzburgi Egyetem Fizika Tanszékét reformálni akarta, ellenségei megghiúsítják. Még 1900-ban is, amikor Münchenben tanított, ritkán talált segítőkész embereket a minisztériumban. Ezen a tényen még az sem változtatott, hogy 1901-ben megkapta a Nobel-díjat.

Röntgen reakciója mindössze ennyi volt:

„Magasabb hivatali helyeken semmi érdeklődés és megértés nincsen a tudományos fejlődés iránt.”

Röntgen egyetlenegyszer adott csak interjút felfedezéséről egy riporternek. A cikk 1896-ban jelent meg a „McClure Magazine”-ban. Részletek H. I. W. Dam újságíró írásából:

„A város egyik legszebb utcájában a Pleicher Ringen van az egyetem Fizika Tanszéke. Egy idős ember nyitott ajtót, s vitt egy folyosón végig, mely egy kis szobába vezetett. Az ablaknál egy kisebb és egy nagyobb asztal állt telis-tele fotókkal. A fal mellett állványok, laboratóriumi eszközök sorakoztak. Egy nyitott ajtón keresztül egy másik szobába lehetett belátni, ami kb. 18 × 14 m nagy volt. Ez volt az a laboratórium, ahol a felfedezés történt. A helység szerény berendezése magáért beszélt. Össze sem lehet hasonlítani a világ más csodálatosan felszerelt laboratóriumaival. Egyszer csak belépett Röntgen professzor. Magas, vékony testalkatú, fürgé, megjelenéséből áradt a lelkesedés. Sötétkéék öltöny volt rajta, sötét haja frissen fésülve borította homlokát. A hangja mély, gyorsan, szinte hadarva beszélt. Olyan

férfi benyomását keltette, aki fáradhatatlan igyekezettel indul egy titokzatos jelenség nyomába. A professzor szemei jóságosak, élesek, de ha váratlan vendége van, sürgetően néz a hivatlanra, mivel az ő drága idejét rabolja.

A mi találkozásunk előre meg volt beszélve, ezért szívélyesen, barátságosan köszöntött.

– Na?! – mondta nevetve, némi türelmetlenséggel, amint egy pár személyes kérdést tettem fel neki. Személyes dolgairól nem szívesen beszélt, így a kérdések bizonyára kényelmetlenül érintették.

– Ön a láthatatlan sugarak miatt jött, vagy nem?

– Ez a láthatatlan látható-e? – kérdeztem.

– Nem, direkt módon a szemekkel nem. De a hatása látható.

– Hogyan készítette el az első képet egy emberi kézzel? A professzor egy, az ablaknál álló állványhoz ment, melyen egy csomó előre elkészített üveglap feküdt fekete kartonokba csomagolva. Egy katódsugárcsővet erősített az asztallap alá úgy, hogy csak néhány hüvelyk távolságra legyen az asztal alsó szélétől. Kezét a cső és egy fotolemez közé helyezte.

– Ebben a pózban kellene most Önt lefényképeznem – szóltam hirtelen.

– Butaság! – mondta és nevetett.

– Professzor Úr! Azt gondolja, hogy a sugarakat meg tudja úgy változtatni, hogy az emberi test belső szervei is lefényképezhetők legyenek?

Válasz helyett egy fotót vett elő, mely egy dobozba zárt súlysorozatról készült.

– Ennek a képnek a készítésekor már találkoztam az említett változással. – felelte Ő, miközben a kép különböző sötétségű foltjaira mutatott, melyeket az alumínium, platina, sárgaréz súlyok okoztak. A kép olyan tökéletesen sikerült, hogy még a doboz belsejében lévő betűket is fel lehetett ismerni.

– Neusser professzortól hallottam, hogy lehetséges az ember belső szerveiről is ilyen fotót készíteni.

– Majd meglátjuk! – felelte. A kezdő lépéseket már megtettük, s idővel elválik, mire jutunk! Még sok mindent kell tenni ennek érdekében, ezért mostanában nagyon elfoglalt vagyok.

A célzást megértve távozni készültem. Búcsúzásul kezét nyújtott, de tekintete már a laboratórium belsejében járt, ahol fontos munkája várta.

Könyvajánlat

Szántó Lajos

Jól felkészültem-e ?

Fizikai feladatsorozatok középiskolába készülőknek

E könyv az általános iskola 8. osztályos (vagy a 6–8. osztályos gimnáziumok 2–4. osztályos) tanulói számára készült. Célja, hogy segítse az alapfokon 2–3 év alatt fizikából tanult ismeretek felidézését, rendszerezését, gyakorlását, s lehetőséget adjon a tanuló felkészültségének önellenőrzéséhez. A fizikatanulás első három évében tanult ismeretek a fizika 4 hagyományos területének alapjait ölelik fel. Ezek: a mechanika, a hőtan, az elektromosság és a fénytán. E könyv első része szintén e négy terület szerinti csoportosításban eleveníti fel, foglalja össze a leglényegesebb ismereteket. Külön fejezet foglalkozik a könyvben a fizikafeladatok megoldásához hasznosítható javaslatokkal, néhány utalással a fizika gondolkodást fejlesztő hatására, illetve a tudományos ismeretszerzés elemi módszerével. A könyvet egy táblázat zárja, melyben a tanult legfontosabb fizikai mennyiségek nevei, jelei, mértékegységei, számításmódjai találhatók.

Megjelent ára kötetenként: 298,- Ft

Radnóti Katalin - Kovács László -
Kopcsa József

Így oldunk meg atomfizikai feladatokat

„Feladatgyűjteményünkkel azt a hiányt szeretnénk pótolni, amely az atomfizikai feladatok terén mutatkozik, bár már hosszú évek óta kötelező

tananyagként szerepel a középiskolákban a fizikának ez a fejezete. Igyekeztünk a teljes problémakört lefedni feladatokkal.

Napjaink problémái nem köthetők szorosan egy tantárgyhoz, ez az atomfizika esetében is így van. Ezért feladatainkkal nem egy esetben átléptük a fizika tantárgy kereteit, kémiai, biológiai és néhány esetben földrajzi problémákat is felvetettünk, hogy csak a természettudományokat említsen. Az atomfizika, különösen a magfizikai része társadalmi vonatkozásait tekintve is komoly jelentőséggel bír. Ezért vettünk bele példatárunkba olyan fejezeteket is, mint kockázat, sugárvédelem, atomenergia.

A feladatok, problémák megoldását minden esetben ismertetjük, helyenként indoklással és elméleti kiegészítéssel is. Igyekeztünk a legújabb tudományos eredményeket is feldolgozni. Ezért került bele a példatárba „Az anyag végső építőkövei” című fejezet, amely a részecskefizika területéről, vizsgálati módszereiről ad rövid áttekintést.

A feladatok válogatásakor, szerkesztésekor, megoldásukkal elsősorban a középiskolai tanulók igényeit tartottuk szem előtt. Azonban valószínűleg hasznos segédeszköz lesz a felsőoktatásban tanulók számára is, különösen a fizika és kémia szakos hallgatóknak.”

(részlet a bevezetőből)

Megjelent ára: 498,- Ft



A

fizika

TANÍTÁSA

05. NOVEMBER

ára: 90,- Ft

III. évf. 5. sz.



TARTALOM

KVARKOK

Korá Péter, JGYTF, Szeged

A LÉZEREKRŐL

Kovács Zoltán, Kolozsvár

IFJÚ KUTATÓK NEMZETKÖZI KONFERENCIÁJA

Dr. Rajkovits Zsuzsa, ELTE, Budapest

8TH INTERNATIONAL YOUNG PHYSICISTS' TOURNAMENT

Dr. Rajkovits Zsuzsa - Skrapits Lajos ELTE, Budapest

A XIX. ORSZÁGOS ÁLTALÁNOS ISKOLAI FIZIKATANÁRI ANKÉT

Sárdi Éva Mária, ELFT

A KVANT NYOMÁBAN

Dr. Pintér Ferenc, JGYTF, Szeged

A SÚRLÓDÁSRÓL

Szabó Krisztina Ágota, ELTE, Budapest

TRENDEK AZ ISKOLAI FIZIKATANÍTÁSBAN

Dr. Szabó Árpád, BGYTF, Nyíregyháza

ORTVAY RUDOLF (1885-1945)

Dr. Szabó Árpád, BGYTF, Nyíregyháza

A z a babonával is szakítanunk kell, hogy a gyermek nem tekinthet be a tudomány legmodernebb eredményeibe, és csupán az emberi tudás primitív, magukban értelmetlen töredékei valók neki. A tankönyvnek a tudomány legmagasabb szintjét kell adnia a gyermeki lélekhez... (7. oldal)

A z ember már az időszámításunk előtti időkben felismerte a súrlódás szerepét, hasznos vagy káros voltát, a kopás károsító hatását, és állandó küzdelmet folytatott a súrlódás okozta kopás csökkentéséért. Ez a küzdelem még napjainkban sem szűnt meg. (20. oldal)

S zázadunk 20-as és 30-as éveai a fizika fejlődésének aranykora. Ezekben az években egy új világ, egy új fizika volt születőben. Ezekre az évekre esik Ortway Rudolf aktív tudományos munkássága is. Egyénisége jó összhangban volt azzal a korrall, amiben élt. (29. oldal)

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

A FIZIKA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Bonifert Domonkosné dr.
főiskolai docens

Szerkesztőbizottság:

Dr. Kövesdi Katalin
főiskolai adjunktus
Dr. Miskolczi Józsefné
általános iskolai szakvezető
Dr. Molnár Miklós
egyetemi adjunktus

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.
Tel.: (62) 312-988,
FAX: (62) 328-247

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.
Felelős kiadó: Török Zoltánné
Műszaki szerkesztő:
Vassné Németh Katalin
Tördelő szerk.: Kovács Attila

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió
6701 Szeged, Pf. 301.
Éves előfizetési díj: 450 Ft.
A lap megvásárolható a
MOZAIK Könyvesboltokban:
Szeged, Csongrádi sgt. 73.
Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent a Művelődési és
Közüktatási Minisztérium
támogatásával.

A fizika tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen for-
mában kizárólag a kiadó elő-
zetes írásbeli engedélyével tör-
ténhet.

ISSN 1216-6634

Készült a Dürer Nyomda Kft-ben
Felelős vezető: Székely András

TARTALOM

KVARKOK

Kora Péter, JGYTF, Szeged

A LÉZEREKRŐL

Kovács Zoltán, Kolozsvár

IFJÚ KUTATÓK NEMZETKÖZI KONFERENCIÁJA

Dr. Rajkovits Zsuzsa, ELTE, Budapest

8TH INTERNATIONAL YOUNG PHYSICISTS' TOURNAMENT

Dr. Rajkovits Zsuzsa - Skrapits Lajos ELTE, Budapest

A XIX. ORSZÁGOS ÁLTALÁNOS ISKOLAI FIZI- KATANÁRI ANKÉT

Sárdi Éva Mária, ELFT

A KVANT NYOMÁBAN

Dr. Pintér Ferenc, JGYTF, Szeged

A SÚRLÓDÁSRÓL

Szabó Krisztina Ágota, ELTE, Budapest

TRENDEK AZ ISKOLAI FIZIKATANÍTÁSBAN

Dr. Szabó Árpád, BGYTF, Nyíregyháza

ORTVAY RUDOLF (1885-1945)

Dr. Szabó Árpád, BGYTF, Nyíregyháza

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név és évszám jelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabétikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében személyi számukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.



FÓKUSZ

Kora Péter

Kvarkok

Matematikai fikció vagy reális részecskék?

Ebben a dolgozatban a kvarkelméletnek, a részecskefizika egy igen speciális területének néhány alapvető jelenségét mutatjuk be, még hozzá olyan formában, hogy az minden atomfizikai előismerettel rendelkező olvasó számára érthető legyen. Tapasztalatunk ugyanis az, hogy a fizikában nem különösen járatos emberek túlnyomó többsége még csak nem is hallott a kvarkok létezéséről, holott ez a sok meglepő dolgot tartalmazó tudományág jelenségszinten akár gimnáziumban is tanítható lenne (kiegészítő anyag, olvasmány vagy szakköri anyag formájában, a gimnázium 4. osztályában).

A gimnáziumi fizikaoktatás ugyanis megáll a nukleonok szintjén, ezeket tekinti elemi részecskéknek. Holott a kvarkelmélet már 30 éve létezik! A naprakész általános műveltség kialakításához pedig hozzátartozik az is, hogy a körülöttünk lévő anyag felépítéséről a legfrissebb tudományos eredmények szerinti ismereteket adjuk tovább tanítványainknak, ne ragadjunk le a századelő ismeretanyagánál.

A hadronok rendszertana

Az ötvenes és hatvanas években az első nagy protongyorsítók üzembe helyezése, valamint a detektortechnika fejlődése nyomán a mérés technika finomításával a felfedezések új részecskék valóságos özönét indította el.

Ezek legtöbbje extrém rövid ideig „élt”, majd elbomlott egy már ismert stabil, vagy relatíve hosszú életű hadronra. Más részecskék – meglepő módon – túlságosan is hosszú élettartamot mutattak, mintha bomlásuk az erős kölcsönhatás miatt – aminek segítségével létrejöttek – zajlana le. Eme megmagyarázhatatlan extravagancia miatt ilyen részecskék esetén „furcsa (ritka) részecskékről” (strange particles) beszéltek.

A gyorsítóknál kísérletező fizikusok ebben a részecskefolyamban gyorsan elveszítették az áttekintést, a teoretikusok pedig – abbéli fáradozásukban, hogy az új jelenségeket értelmezzék – a viharos fejlődéssel már nem tudtak lépést tartani. Így már érthető, hogy az ötvenes évek végén pl. az elemi részecskék egyfajta „demokráciamodelljét” tárgyalták: Mivel az elemi részecskék „sűrűjében” nem találtak semmilyen hierarchikus struktúrát, arra az elképzelésre jutottak, hogy minden erősen kölcsönható részecske (hadron) valamilyen módon más hadronok kombinációjából állhat. Ezzel kizárták azt, hogy egy részecske elemibbnek látszon, mint egy másik (bootsstraphipotézis).

A hadroni részecskék eme „dzsungelében” a rendszerséma keresése közben olyan részecskecsoportok kerültek elő, amelyek tömege majdnem egyenlő, de töltésük különböző volt. Ezek páros, hármas ill. négyes konfigu-

rációkat alkottak (dublett, triplett, kvadruplett). Így pl. a két nukleon, a proton (p) ill. a neutron (n) egy párost, a pionok (π^+ , π^0 , π^-) egy hármast és a deltarészecskék egy négyest alkotnak (Δ^- , Δ^0 , Δ^+ , Δ^{++}).

Ha egy ilyen töltésmultiplett tagjait, mint egy és ugyanazon részecske különböző töltés-állapotait egy absztrakt térben összegyűjtjük, akkor ezeket a multipletteket matematikailag úgy reprezentálhatjuk, mint egy részecske sajátperdületét (spin).

A spin analógiájára a részecskemultiplett-hez egy T kvantumszámot (izospin) is hozzá lehet rendelni, ha a multiplett $2T+1$ számú részecskét tartalmaz. Egy izospin-multiplett tagjának Q elektromos töltését az izospinvektor ($\vec{T}$) harmadik komponensének (T_z) segítségével a következő módon határozták meg:

$$Q = \left(T_z + \frac{1}{2} B \right) \cdot e, \text{ ahol „B” az ún. bariontöl-}$$

tés, melynek értéke barionoknál 1, antibarionoknál -1 , és mezonoknál 0. A nukleonpár esetén:

$$T = \frac{1}{2}, T_z = \pm \frac{1}{2}, B = 1,$$

$$Q = \begin{cases} \left(+\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right) e & \text{proton esetén,} \\ \left(-\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right) e & \text{neutron esetén.} \end{cases}$$

A pionhármasnál:

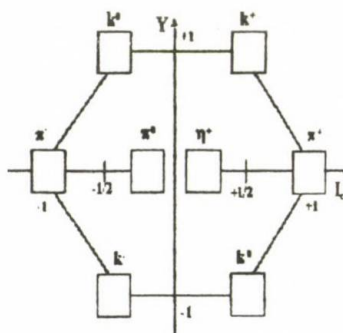
$$T = 1, T_z = -1, 0, +1, B = 0.$$

A ritka részecskék felfedezése után 1962-ben egy átfogóbb rendszersémát találtak, amellyel az izospin-multipletteket „szupermultiplettekbe” fogták össze. Egy szupermultiplettbe az olyan azonos spinnel rendelkező részecskék tartoznak, amelyek két kvantumszámban különböznek egymástól, az izospin harmadik komponensében, T_z -ben (a töltéssel azonos értelmű) és a ritkaságban („strangeness”).

A szupermultiplettek létrehozására egymástól függetlenül tett javaslatot Murray Gell-

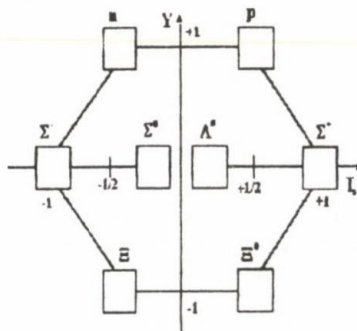
Mann a California Institute of Technology-ról, ill. Yuval Ne'eman a Tel-Aviv Egyetemről.

Gell-Mann és Ne'eman kimutatták, hogy minden hadronikus szupermultiplettet – amelyekből, mint tapasztalati úton adódott, csak szingulették, oktettek és dekuplettek vannak – egy speciális csoport reprezentál, az $SU(3)$ (speciális unitér transzformációk csoportja egy absztrakt háromdimenziós térben). E szerint az $SU(3)$ -szimmetria szerint alkotnak pl. a 0 spinű mezonok egy oktettet, és egy szingulettet. Grafikusan ábrázolva az oktettet a T_z - Y (hipertöltés) koordináta-rendszerben, szabályos hatszöget kapunk, melynek minden csúcában egy-egy részecske, a középpontjában pedig két részecske helyezkedik el (1. ábra).



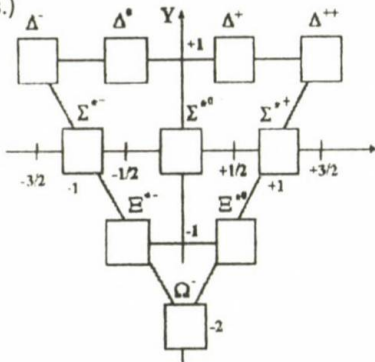
1. ábra

A szingulettnek egy pont felel meg a koordináta-rendszer középpontjában. Az 1 spinű mezonokra és a feles spinű barionokra (2. ábra) hasonló ábra adódik.



2. ábra

A $3/2$ spinű barionok 10-es csoportot alkotnak (dekuplett). Ezt a 3. ábra mutatja. (Ezt a fajta osztályozást nevezték a nyolcas út elméletének is.)



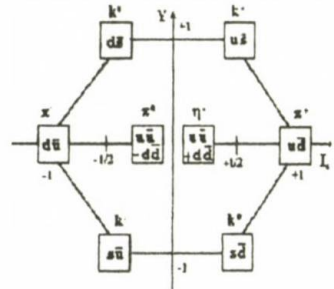
3. ábra

A hadronok SU(3)-osztályozásának nagy sikere ellenére a nyolcas út elméletét némi misztikum vette körül. Senki sem értette, hogy a természet miért csak háromféle formációt (szingulett, oktett, dekuplett) enged meg, holott matematikailag a SU(3)-csoport 3-as és 6-os formátuma is lehetséges volna. Sejtethető volt, hogy a részecskecsalád-formációk szabályos sokszögei mögött egy mélyebb fizikai tartalom rejtőzik.

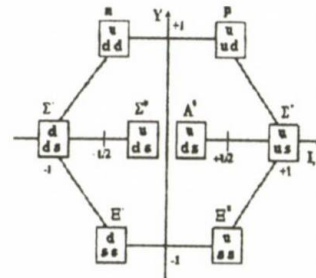
1963-ban az amerikai Murray Gell-Mannak és George Zweignak sikerült egymástól függetlenül a fátylat az SU(3)-formációkról fellebbenteni és a hadronok szupermultipllett-strukturájának fizikai interpretációt adni úgy, hogy feltették, hogy ezek olyan alap-építőkövekből – melyeket Gell-Mann *kvarkoknak* nevezett el – állnak össze, melyek tört elemi töltéssel rendelkeznek. Az elgondolás amiatt volt forradalmian új, mivel eddig a hadronok egyfajta „demokráciamodellje” volt az elfogadott, azaz feltételezték azt, hogy egyik hadron sem elemibb a másikkál.

Elegendő volt három különböző kvark és ezek antirészecskéi ahhoz, hogy az akkoriban ismert hadronokat az összes tulajdonságukkal megkonstruálják. Ezt a három alaprészecskét ma „up” (u) –, „down” (d) –, és „strange” (s) – kvarknak nevezik. Az elmélet egyik legmegdöbbentőbb állítása az volt, hogy ezek a kvarkok az elektron töltésének tört részével rendelkeznek! Mivel mai tudásunk szerint is az

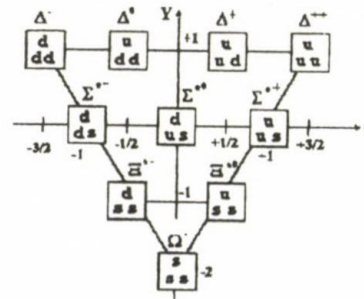
elektron egy strukturálatlan, elemi részecske, furcsának hat, hogy van egy olyan másik elemi részecske, amelynek töltése ennek az elemi töltésnek a törtrészével egyenlő, bár egyetlen olyan törvény sincs, ami megkövetelné, hogy az elektron töltése legyen az elemi.



Mezonok



1/2 spinű barionok



3/2 spinű barionok

4. ábra

Ezen kvantumszámoknak megfelelően a 0 spinű mezonok egy kvark és egy antikvark kombinációjából, a feles spinű barionok pedig három kvarkból épülnek fel.

Az SU(3)-as osztályozás kvarkelméleti megfelelője eszerint a következőképpen fest (4. ábra).

Kvarktípus (íz)	Elektromos töltés	Spin	Izospin	Ritkaság	Charm	Beauty	Truth	Nyugalmi energia (GeV)
u	2/3	1/2	1/2	0	0	0	0	~ 0,3
d	-1/3	1/2	1/2	0	0	0	0	~ 0,3
s	-1/3	1/2	0	-1	0	0	0	~ 0,45
c	2/3	1/2	0	0	1	0	0	~ 1,8
b	-1/3	1/2	0	0	0	1	0	~ 5
t	2/3	1/2	0	0	0	0	1	~ 174

„Színes” kvarkok

A kvarkmodell kezdeti sikertelenségét főleg az okozta, hogy szabad kvarkot nem tudtak kimutatni. Ezen kívül egy fizikai törvény is nehézségeket gördített az elfogadtatás útjába. Ez a Pauli-féle tilalmi elv volt, amit eddig még egyetlen részecskefizikai tény sem cáfolt meg, így hát értelemszerű volt, hogy a kvarkokra is érvényesnek tekintsék. A kvarkok ugyanis fermionok (1/2 spinű részecskék), és mint ilyenekre, érvényes a tilalmi elv, vagyis azonos kvantumállapotban nem tartózkodhat egyszerre két kvark. Ennek látszólag ellentmond a nyolcas út elméletének kvarkmodellbeli megfelelője, hiszen a barionok három kvarkból tevődnek össze, amelyek között ugyanolyan „ízűek” is lehetnek egyszerre: pl. a proton két u- és egy d-kvark kötött rendszere, a neutron két d- és egy u-kvarkból áll stb., ami ellentmond az említett tilalmi elvnek.

Oscar W. Grennberg a College Park-i Maryland Egyetemről, Moo-Young a Duke Egyetemről és Yoichiro Nambu a Chicago Egyetemről voltak azok, akik a kvarkmodellt összhangba tudták hozni a Pauli-féle tilalmi elvvel. A kvarkok lehetséges állapotainak jellemzésére egy újabb szabadsági fokot tételtek fel, ame-

A jelenleg megismert összes hadron felépítéséhez ez a három kvark már nem volt elég, újabbak feltételezésére volt szükség. Az alábbi táblázatban láthatjuk az összes kvarktípust tulajdonságaikkal együtt.

lyet „szín”-nek nevezünk. Ezek szerint minden kvark és antikvark három különböző színállapotban fordulhat elő. Ez a „szín” hasonló, mint a töltött részecskék elektromos állapota. Háromféle színállapotot különböztetünk meg, amelyet pirosnak, kéknek és zöldnek nevezünk (az antikvarkok színe „természetesen” antipiros, antikék és antizöld). A természetben található részecskék színtelenek, mivel a barionokat felépítő három kvark különböző színű kell hogy legyen, hiszen pl. a Δ^{++} -rezonanciák is (barionok) három u-kvarkból állnak, melyeknek még a spinállása is azonos, tehát az egyetlen dolog amiben különbözhetnek, az a „színük” (ezen három szín ugyanolyan arányú keveréke ugyanis fehéret eredményez).

Mint ahogy az elektromágneses kölcsönhatás oka az elektromos töltés, hasonlóan a kvarkok „színtöltése” felelős a kvarkok közti erős kölcsönhatásért. Az erős kölcsönhatás ún. standard elmélete párhuzamosan fejlődött ki a hadronikus anyag kvarkstruktúrájának kutatásával, a kvantum-elektrodinamikával analógiában. Ezt az elméletet kvantum-színdinamikának (Quantumchromodynamics = QCD) nevezik, ez a részecskefizika talán egyik legbonyolultabb és legkomplexebb elmélete.

Utólagos megjegyzések

Sokakban felmerülhet az a kérdés, hogy vajon ezzel tényleg megtaláltuk-e az anyag végső építőköveit, vagy a boncolgatást még folytathatjuk. A szkepticizmust többek között a következő magyarázza. Mai ismereteink szerint az elemi részecskék a leptonok és a kvarkok. Ez utóbbiak ráadásul háromféle színállapotban léphetnek fel. Szemléletesen ábrázolva:

$$\begin{aligned} \text{leptonok: } & \begin{pmatrix} e \\ \nu_e \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \mu \\ \nu_\mu \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \tau \\ \nu_\tau \end{pmatrix}; \\ \text{kvarkok: } & \begin{pmatrix} u \\ d \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} t \\ b \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

A kvarkelmélet megjelenését a következő kijelentés indította el: Túl sok a részecske! Sok fizikus véleménye szerint ezt az előttünk levő részecskecsoporthoz is el lehetne mondani. A természetnek ennél egyszerűbbnek kell lennie, nem lehet ennyi elemi részecske.

Erre válaszként csak annyit lehet mondani, hogy meg kell várni azt, amíg kísérleti eszközeink olyan szintre fejlődnek, hogy már a kvarkok esetleges belső szerkezetét is le tudjuk tapogatni. Hogy mikor jut el a technika olyan szintre, amikor már ez a felbontóképesség is lehetségessé válik? Ezt ma még nem tudhatjuk, bár annyi bizonyos, hogy a jelenlegi vizs-

gálati módszerekkel a felbontóképességet nem lehet sok nagyságrenddel megnövelni. Addig pedig bele kell nyugodnunk, hogy mai tudásunk szerint ezek az igazán elemi részecskék.

A kvarkok elmélete igen messzire mutat. Segítségével talán sikerül megmagyarázni az anyag keletkezését, és az alapvető kölcsönhatások elméletének egységes voltát, amelynek távlatai egyelőre még beláthatatlanok.

De ez már valószínűleg tanítványaink feladata lesz.

Irodalom

- [1] Kiss Dezső: Bevezetés a kísérleti részecskefizikába. Az atomenergia- és magkutató újabb eredményei sorozat 7. kötete. Szerkesztette: Neményi Márta. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1990.
- [2] Helmut Hilscher: Elementarteilchen (Elemi részecskék). Physik und Didaktik, 1988.
- [3] KN. Muhin: Kísérleti magfizika. Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.
- [4] Nagy Elemér: Kísérleti részecskefizika I. (egyetemi jegyzet). Tankönyvkiadó, Budapest, 1975.
- [5] Dr. Pintér Ferenc – Dr. Szűcs József: Anyagszerkezet (egységes főiskolai jegyzet). Tankönyvkiadó, Budapest, 1991.
- [6] Marx György: Útikalauz a proton belsejébe. Fizikai szemle. 1994/4.

Kovács Zoltán

Beszélgetések tizenévesekkel a lézerekről

Azzal a babonával is szakítanunk kell, hogy a gyermek nem tekinthet be a tudomány legmodernebb eredményeibe, és csupán az emberi tudás primitív, magukban értelmetlen töredékei valók neki. A tankönyvnek a tudomány legmagasabb szintjét kell adnia a gyermeki lélekhez szabott alakban, és meg kell tanítania a gyermeket a tudomány, elsősorban a természettudomány lényegére, annak tárgyilagos, mindent mérlegelő gondol-

kodásmódjára. Nem az adat a fontos, hanem az út, melyen a tudomány oda eljutott... (Szent-Györgyi Albert – beszéd.)

Tekintettel a lézereknek a mindennapi életben, a tudományban játszott egyre növekvő szerepére kijelenthető, hogy a tanulóknak már a fizikatanulás előkészítő szakaszában meg kell ismerkedniük a lézerek működésével és a lézersugárzás alkalmazásaival. Erre akkor kerülhet sor, amikor a fényforrásokkal, a fény

terjedésével és a fénykibocsátás, fényelnyelés kérdéseivel foglalkoznak az iskolában. Elképzelésünk szerint három órában lehetne feldolgozni a lézertémát fenomenologikusan, analógiákkal. Az első órán a fénykibocsátás-fényelnyelés kérdéseivel foglalkozhatnának, a második órán a lézerműködéssel és a lézerfény felhasználásaival, a harmadik órán pedig az optika fejezet jelenségeinek lézerfényes optikai kísérletekkel történő átismétlésére kerülhetne sor. Mellékelten bemutatjuk ennek a három

órának az óravázlatait, valamint az ismereteket felmérő kérdéseket is.

Nem lévén lehetőségünk az óravázlatokban felvázolt módon feldolgozni a lézertémát az iskolában, ezért kis számú, önként jelentkező tizenévesen (öt, 12-14 éves tanulón) próbáltuk ki oly módon, hogy egy félórás beszélgetés után húszperces felmérőt irattunk velük. Az elért eredményt az alábbi táblázat foglalja magába:

Kérdés	1	2	3	4	5	6	7	Átlag
Pontszám	2,7	3	5	4	4,8	5	2,5	3,85

A válaszokból megállapítható, hogy a lexikális ismereteket, a lézerműködés alapelveit, az alkotóelemek szerepét, a lézerfény sajátosságait hamar és jól elsajátították, az idegen fogalmakat, valamint ezek jelentését nehezebben, a fényelnyelési és fénykibocsátási mechanizmusokat új példákon alig tudták azonosítani. Valószínű, hogy a háromórás tananyag során erre nagyobb esély mutatkozhat. De még az így elért eredmények (77 %) is biztatóak.

* * *

A tanár: Mint bizonyára tudjátok, a lézerek nagyon erős, különleges fényforrások, amelyeknek ma rendkívül sokféle felhasználásuk van. Szerintetek, hol lehet a lézerfényt felhasználni?

Diákok: Lézerfegyverek, lézernyomtató, a popkoncertek lézershowja.

Tanár: Továbbá, velük mindenféle kemény anyagot meg lehet munkálni, a lézerfényrel gyógyítani lehet, de a lézerfegyverekkel pusztítani is, amint azt különböző filmekben is láthattatok. Ahhoz, hogy ezeket a felhasználásokat megérthessétek, meg kell ismerkednünk a lézer működésével, felépítésével, a lézerfény sajátosságaival. Ehhez előbb az anyagok fénykibocsátási és fényelnyelési folyamataival kell megismerkednünk. Mit gondoltok, bármely test képes fényt kibocsátani? Például egy vasszög lehet fényforrás, világíthat?

Diákok: Csak a tulajdonképpeni fényforrások: a Nap, a csillagok, a lámpa.

Tanár: Nem tudnánk a vasszeggel vagy egy fémmelegítőt csinálni, hogy világítson? (Mit csinál a kovács a vasszeggel, amikor kalapálja?)

Diákok: Tűzbe kell tenni.

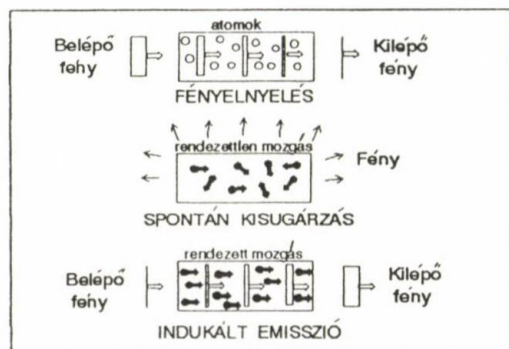
Tanár: Azaz, felizzítjuk, akár úgy, hogy tűzbe tesszük, akár úgy, hogy erős áramot vezetünk bele (például az elektromos izzónál, az elektromos ívnél). Azt mondjuk, hogy valamivel *gerjesztjük* az anyagot. Mintha „felingerelnénk” az anyag atomjait, azaz, valamilyen formában energiát közlünk velük: hő-, elektromos vagy más energiát (vegyi: láng; részecskesugárzás: tv-képcső; más sugárzás: fénycső stb.). Eszerint, az atomokat az alacsonyabb, az ún. *alap-energiaállapotból* a magasabb, ún. *gerjesztett energiaállapotba* különböző gerjesztésmódokkal hozhatjuk. A gerjesztés néhány típusa: hőgerjesztés (izzószál), vegyi gerjesztés (szentjánosbogár), elektromos gerjesztés (szikra), részecskesugárzásos gerjesztés (sarki fény), más sugárzásos – infravörös, látható fény, ultrabiolya – gerjesztés (higanylámpa burája). A fényforrások gerjesztett atomjai amikor visszatérnek eredeti alap-energiaállapotukba, fényt bocsátanak ki. Ez rendszerint a gerjesztés után nagyon gyorsan (a másodperc milliárdod része alatt) bekövetkezik. Mit gondoltok, a megvilágított (fényrel gerjesztett) óraszámlap vagy koc-

kacukor miért világít még egy ideig, ha sötétbe visszük át? Vagyis, hogyan világítanak a *foszforeszkáló anyagok*?

Diákok: Mert a kockacukor gerjesztett atomjainak zöme csak később tér vissza alapenergiaállapotába.

Tanár: Valóban, mintha „lustábbak” lennének. Azt mondjuk, hogy az atomoknak a gerjesztett energiaállapotban hosszú az élettartamuk, illetve ez az állapotuk *metastabil energiaállapot*. De most, hogy megértjük, hogyan tud a lézer olyan erős fényt kibocsátani, vizsgáljuk meg az anyagok fénnel való kölcsönhatását! Mi lehet az oka, hogy a fény nem hatol be a vízbe nagyon nagy mélységbe? A vízmolekulák, illetve a vízben található más részecskék elnyelik a fényt, gerjesztődnek, és ebben az állapotban maradnak mindörökké? Vagy pedig más sugárzás formájában – például hősugarak (infravörös sugarak) – bocsátják ki a fényt, és felmelegítik a vizet?

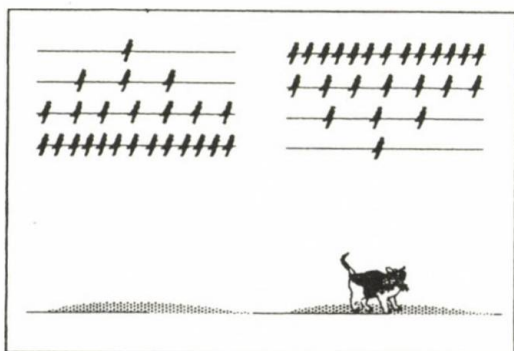
Diákok: Más sugárzás formájában bocsátják ki az elnyelt fényt és felmelegítik a vizet.



Tanár: Nagyon helyes. Azt mondjuk, hogy a fény elnyelődött. A lézerhez azonban olyan anyagra lenne szükség, amely erősebb fényt bocsát ki magából, mint amilyent elnyelt. Tehát ne gyengítse, hanem erősítse a fényt. Az ilyen anyagot *aktív közegnek* nevezzük. Mi kell ahhoz, hogy egy anyag aktív közeg legyen? Ehhez benne valamilyen módon energiát kellene

tárolni, és egy adott jelre – mintegy lavi-naszerűen – az egész energia kinyerhető legyen. Az ilyen „jelre” történő fénykibocsátást A. Einstein sejtette meg 1917-ben, és úgy nevezik, hogy *kényszerített fénykibocsátás* (indukált emisszió), szemben a hagyományos fényforrások véletlenszerűen végbemenő, spontán fénykibocsátásával. Sejtitek, hogy milyen gerjesztett állapotú atomokkal kellene, hogy az aktív anyag rendelkezzen?

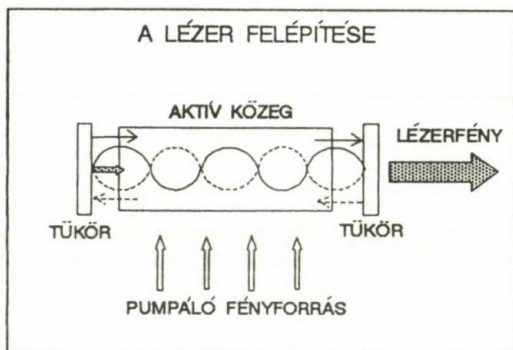
Diákok: Metastabil energiaállapotú atomokkal.



Tanár: Nagyon helyes! Ha ilyen anyagunk van, akkor már szinte kész is a lézerünk. Ennek az anyagnak az atomjait valamilyen gerjesztésmóddal a metastabil energiaszintre *pumpáljuk*, ahol ebben az „ugrásra kész” állapotukban csak arra várnak, hogy egy hasonló fénysugár, mint amelyet maguk is kibocsátanak, rávegye őket a fénykibocsátásra. Csakhogy az anyagnak nem az összes atomja van gerjesztett állapotban, sőt, a gerjesztett állapotban levő atomok „népessége”, szakki-fejezéssel: *populációja* rendszerint jóval kisebb, mint az alapenergiaállapotban. (Amint a verebek is az alsóbb villanydrótokat népesítik be jobban, ha a földön gazdag morzsafelhozatal ígérkezik.) Így a beeső fénysugarakat ezek elnyelhetik, gerjesztődhetnek, és ezáltal a beeső fény erőssége nemhogy erősödne, hanem még csökken. Mit gondoltok, milyen viszony-nak kellene lennie az állapotok populáció-

ja között, hogy a beeső fény ne gyengüljön, hanem erősödjön?

Diákok: A gerjesztett metastabil energiaállapot populációjának nagyobbak kell lennie az alap-energiaállapot populációjánál.



Tanár: Vagyis, ún. *populáció-inverziót* kellene létrehozni (az előbbi képen a verebek a macska megjelenése után többségükben a magasabb szinteken várakoznak). Ha a magasabb energiaállapotban, a gerjesztett metastabil energiaszinten sokkal több atom várakozna, mint az alacsonyabb energiaszinten, akkor egy kósza fénysugár valószínűbb, hogy a gerjesztett szintről vált ki átmenetet, mintsem hogy elnyelődve egy atomot gerjesszen, és így az anyag újabb fénysugarat bocsát ki. Ez a folyamat – eltekintve a kismértékű elnyelődéstől – lavinaszerűen és gyorsan megszorítja a kisugárzott fénysugarakat. Egy fénysugár először egy másikat vált ki, majd ketten, együtt haladva most már újabb kettőt, az előzőkkel tehát összesen négy fénysugár halad egyszerre. Ezek után ismét újabb négyet, és most már nyolcan haladnak, majd 16, 32, 64, ... és így tovább, amíg az összes gerjesztett állapotban levő atom le nem adja energiáját. Mivel a fény rendkívül gyorsan terjed, egy néhány cm-es anyagon szempillantás alatt áthalad, a fényerősítési folyamat alig hogy beindult volna, máris megszűnne. Gondolkozzunk, mit lehetne tenni, hogy a fénysugarakat többször fel lehessen használni indukált fénykibocsátásra az anyag-

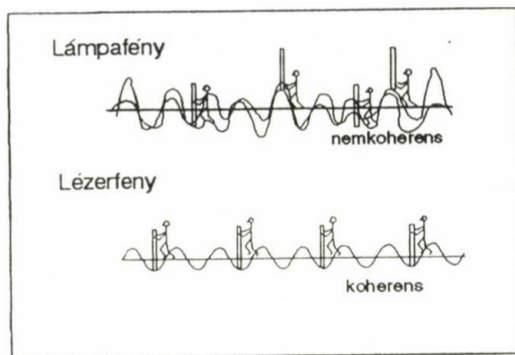
ban? Milyen eszközzel lehetne a fényt visszatéríteni az aktív közegbe?

Diákok: Tükrökkel.

Tanár: Valóban. Ha az aktív közeg két oldalán, egymással szembe fordítva két tükröt helyezünk el, akkor a fénysugarak a két tükrő között ide-oda rezegve mindvégig bennmaradnak a közegben, amíg minden gerjesztett atom le nem adja energiáját. Ezeket a tükröket *rezonátortükröknek* nevezzük. És ezzel megvan a lézerünk három legfontosabb alkotórésze: 1. az aktív közeg (a metastabil energiaszinttel), 2. a pumpálóegység (az atomok gerjesztéséhez), 3. a rezonátortükrök (a fény aktív közegben tartásához). Ezeknek az alkotóelemeknek köszönhetően a lézerfénynek különleges tulajdonságai vannak. A populáció-inverzióknak, amit a pumpálásal valósítunk meg, az a következménye, hogy a közegbe belépő gyenge fénysugár erőssé „izmosodik”, a közeg erősít. Ehhez hozzásegítenek a rezonátortükrök is, de még mást is kívánnak: a kisugárzott fény rendezett módon épül fel, mintha egy szabályosan menetelő katonai oszlop haladna. (A hagyományos fényforrásoknál véletlenszerűen, rendezetlenül lépnek ki a fénysugarak az anyagból.) Az ilyen rendezett fénynyalábot *koherens* fénynyalábnak nevezzük, és az ilyen fénnel lehet térhatású fényképet, *hologramot* létrehozni. A hologramkészítés módját 1948-ban a magyar származású Nobel-díjas angol fizikus, Gábor Dénes dolgozta ki, de a hologramot csak az első lézerek megépítése után készítették el 1960-ban. A két párhuzamos rezonátortükrő – amelyek közül az egyik féligáteresztő, hogy a lézerfény közben ki tudjon lépni – ezt a lézerfényt erősen párhuzamos nyaláb formájában küldi ki. Ezenkívül, mivel az aktív közegnek ugyanolyan típusú atomjai bocsátják ki a fényt, a lézerfény egyszínű (monokromatikus).

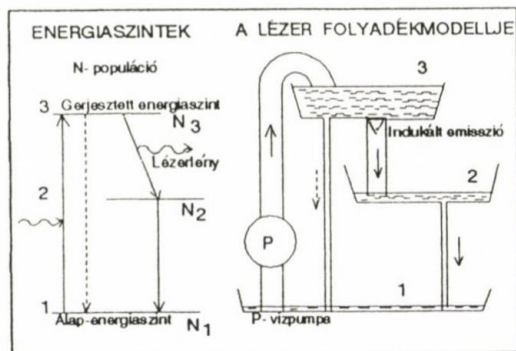
Most már összefoglalhatjuk a lézerekkel kapcsolatos eddig megismert kérdéseket! Melyik a lézer legfontosabb három alkotóeleme?

Diákok: Az aktív közeg, a pumpálóegység, a rezonátortükrök.



Tanár: Helyes. Milyen fontos tulajdonságai vannak a lézerfénynek a hagyományos fényforrások fényéhez viszonyítva?

Diákok: Erős és párhuzamos, koherens és egyszínű.



Tanár: A fenti ábra segítségével próbáljátok azonosítani a lézer alkotóelemeinek a szerepét a lézerfény sajátosságainak az előidézésében!

Diákok: A pumpáló fény gerjeszti az atomokat, amelyeknek a populációja (N_3) nagyobb lesz ebben az állapotban, mint az alap-energiaállapotban (N_1). Itt sokáig várakoznak (metastabil állapot), amíg egy fénysugár ki nem váltja a lavinaszerű indukált fénykibocsátást. A folyadékmodel-

len a populációt a folyadékmennyiség, az indukált fénykibocsátást a szelep jelképezi, a pumpálást pedig a vízpumpa.

Tanár: Ezek után biztosan válaszolni tudtok az alábbi ellenőrző kérdésekre!

Felmérőkérdések:

1. Milyen gerjesztésűek az alábbi fényforrások?

(termikus/hő; vegyi; optikai/fény; részecske-sugárzás)

izzó vasszeg:

az óra mutatója:

a fénycső belső falán levő fénypor:

szentjánosbogár:

a tv-képcső belső falán levő fénypor:

láng:

sarki fény:

2. Miért nem lehet a mélytengerek alján látni?

a) Mivel a vízrészecskék elnyelik a fényt és gerjesztettek maradnak.

b) Mivel a vízrészecskék elnyelik a fényt és láthatatlan sugarakat (hősugarakat) bocsátanak ki.

c) Több vízrészecske nyel el fényt, mint amennyi kibocsát fényt.

3. Válasszuk ki és rajzoljuk le a lézer három legfontosabb alkotóelemét! (doboz, rezonátortükrök, kapcsoló, kimeneti nyílás, az aktív közeg, védőszemüveg, pumpálóegység, áramforrás, hűtőberendezés)

4. Válasszuk ki a lézerfény három-négy legfontosabb tulajdonságát! (erős, egyenes vonalban terjed, párhuzamos nyaláb, láthatatlan sugárzás, koherens, monokromatikus sugárzás, veszélyes sugárzás)

5. Nevezzük meg a lézer három legfontosabb alkotóelemének a szerepét! (erősíti a fényt, koherenciát alakít ki, párhuzamossá teszi a sugárzást, gerjeszti az atomokat, hűti az aktív közeg, elektromosan táplálja a lézert)

6. Mi a legfontosabb különbség a hagyományos fényforrások és a lézer fénye között? (a fénye egyszínű, erős sugárzás, egyenes vonalban terjed, koherens, láthatatlan, monokromatikus, párhuzamos)

7. Írjuk le röviden, mit jelentenek az alábbi fogalmak!

a részecske alap-energiaállapota:

a részecske gerjesztett energiaállapota:

metastabil állapot:

az állapot populációja:

populáció-inverzió:

spontán emisszió:

indukált emisszió:

pumpálás:

monokromatikus:

koherens:

Irodalom

[1] Kovács Zoltán: Doktori disszertáció. Szeged, 1995.

[2] Koppelman G.: Der Laser - Eine... Praxis der Naturwissensch. 35.1.1986.

Óravázlatok a lézertéma tanításához az előkészítő szakaszban

1. lecke

Didaktikai mozzanat és módszer	Témakör A fényforrások és a fénykibocsátási mechanizmusok			Idő (perc)
	Tények, jelenségek (felidézése)	Új fogalmak, jelenségek	Kísérletek, alkalmazások	
Ismeret-közlés	fényforrások (példák); fényforrások osztályozása; a fehér fény színösszetevői	monokromatikus, fénykibocsátási mechanizmusok, fényelnyelés, atomok gerjesztése, alap- és gerjesztett energiaállapot (szint), spontán és indukált fénykibocsátás, átlagos élettartam, állapotpopuláció	fluoreszkáló és foszforeszkáló anyagok; fényterjedése fluoreszcencioldatban; erősen megvilágított kockacukor sötétben; óraszámplap; műanyag világítása UV fényben; a macskaszem	20
Rögzítés	A tanult fogalmak átismétlése. A fénycső, a tv-képcső, a higanygőzlámpa működésének megbeszélése.			5
Operacionális célok	1. A tanulók ismerjék a tanult új fogalmakat és tudják ezeket helyesen használni a jelenségek megmagyarázásakor. 2. Tudják azonosítani a különböző gerjesztési mechanizmusokat a különböző fényforrások esetében. 3. Tudják megmagyarázni a szem spektrális érzékenysége ismeretében a hatékonyabb fényforrások, a fluoreszkáló testek működési mechanizmusát. 4. Tudják helyesen alkalmazni a fényelnyelés, fénykibocsátás, fényvisszaverődés jelenségét.			15
Ellenőrzés	1. Milyen gerjesztési mechanizmus játszik szerepet a következő fényforrások esetében: láng, izzó vas, villám, elektromos szikra, ívfény, sarki fény, szentjánosbogár? 2. Miért világít a foszforeszkáló óraszámplap? 3. Miért világít a Hold? 4. Miért fehér a hó, és fekete a korom? 5. Milyen szerepe van a fénypornak a tv-képernyő, a fénycső, a higanylámpa belső oldalán? (A felmérő eredményét az osztályban közösen értékelik ki.)			
Házi feladat	1. Miért viselünk nyáron világos ruhát? 2. Mivel magyarázható, hogy a kikapcsolt tv-képernyője kis ideig halványan világít, miután eloltjuk a villanyt? 3. Mi a különbség a fényforrás, a megvilágított test, a macskaszem, a foszforeszcens és a fluoreszcens anyag között?			2

A tanulók érdeklődését a lecke iránt kérdésekkel kelthetjük fel: tudják-e, miért világít sötétben az előzően megvilágított kockacukor, a vetítógép kapcsológombja? Tudni akarjátok, hogy miért van fehér por a fénycsövek, tv-képcső belső falán?

2. lecke

Didaktikai mozzanat és módszer	Témakör A lézer – felépítése és működése			Idő (perc)
	Tények, jelenségek (felidézése)	Új fogalmak, jelenségek	Kísérletek, alkalmazások	
Ismeret-közlés	a fényelnyelés és a fénykibocsátás	indukált fénykibocsátás; populáció-inverzió; pumpálás; háromszintes lézer; alap-energiaszint; felső (metastabil) és alsó lézerszint; aktív közeg; rezonátortükrök; erősítés; koherens fény; a rubinlézer felépítése és működése; lézerek osztályozása	a He-Ne-lézer fényének bemutatása; napfényhologram bemutatása; egyéb lézertípusok	20
Rögzítés	A tanult új fogalmak átismétlése. Beszélgetés a He-Ne-lézer szerkezetének és működésének a tanulókkal való felfedeztetésére szemléltetés alapján.			5
Operacionális célok	1. A tanulók használják helyesen a tanult új fogalmakat a lézerszerkesztés és a lézerműködés leírásánál. 2. Egy adott lézerberendezés vázlatos képe alapján tudják azonosítani az alkotórészek szerepét, és tudják leírni a lézer működését.			15
Ellenőrzés	1. Soroljuk fel a lézer alkotórészeit és nevezzük meg mindegyiknek a szerepét a lézerműködés szempontjából! 2. A rubinlézer energiadiagramja alapján magyarázzuk meg, hogy miért kell a felső lézerszint átlagos élettartama nagy legyen (azaz metastabil állapotú)! 3. A festéklézer berendezésének vázlatos rajzáról azonosítsuk a lézer alkotóelemeit és írjuk le a működését! 4. Miben különbözik a lézerfény más fényforrások fényétől? (A válaszok kiértékelését végezzük el közösen az osztállyal!)			
Házi feladat	Olvasd el a tankönyvből a <i>Különböző lézerek és alkalmazásaik</i> című olvasmányt, és jegyezd le néhány sorban azt, amit a legérdekesebbnek tartasz. (Keltsük fel az érdeklődést az olvasmány iránt!)			5

A lecke elején az érdeklődés felkeltésére bemutatjuk a tanulóknak a He-Ne-lézert, vagy a diódalézert, valamint napfényhologramokat. Megkérdezzük őket, hogy hol láttak lézert, és szerintük mire lehet felhasználni? Az óra végén elővetítjük, hogy az olvasmányból milyen érdekes dolgokat fognak megtudni (ki fedezte fel a hologramot, hogyan lehet védekezni a csalók ellen, milyen lézerfegyverek vannak stb.).

3. lecke

Didaktikai mozzanat és módszer	Témakör A lézerek alkalmazásai – Optikai kísérletek lézérfénnyel			Idő (perc)
	Tények, jelenségek (felidézése)	Új fogalmak, jelenségek	Kísérletek, alkalmazások	
Ismeret-közlés	A házi feladatként feladott olvasmányélmények megbeszélése	1. Az olvasmányban előforduló új fogalmak tisztázása. 2. Fizikai fénytani jelenségek: elhajlás (diffrakció), interferencia; fénytani rács.	Az olvasmányban szereplő alkalmazások megbeszélése.	15
Rögzítés	Néhány geometriai fénytani jelenség kísérleti átvizsgálása: 1. a fény egyenesvonalú terjedése (diffúz közegben kimutatva) 2. a fény visszaverődése, törése, a teljes fényvisszaverődés 3. párhuzamos nyaláb előállítása nyalábosztóval 4. párhuzamos nyaláb visszaverődése sík- és gömbtükörrel, valamint érdes felületről 5. párhuzamos nyaláb terjedése síkpárhuzamos lemezen, gyűjtő- és szórólencsén 6. fénynyaláb megtörése a prizmán, teljes visszaverő prizma. Fizikai fénytani kísérletek: lézérfény és természetes fénynyaláb terjedése a) túlyukon; b) vékony drótszál és zsilippenge éle mellett; c) optikai rácson.			30
Operációs célok	A tanulók a fenti kísérletek végzése során idézzék fel a már ismert fénytani jelenségeket, a fény terjedésével kapcsolatos jellegzetességeket, az optikai eszközök jellegzetességeit.			az egész óra alatt
Ellenőrzés	1. Sorold fel, hányféle lézertípust említ meg az olvasmány! 2. Sorold fel a lézerek alkalmazási területeit! 3. Hogyan terjed a fény (irány, sebesség)? 4. Határozd meg a fényvisszaverődés törvényeit! 5. Határozd meg a fénytörés törvényeit! 6. Mikor lép fel a teljes fényvisszaverődés? 7. Miért nem lép ki a fény az üvegszál fényvezető kábelből? 8. Milyen a fókusza a homorú tükörnek, milyen a domborúnak? 9. Milyen a fókusza a gyűjtőlencsének, milyen a szórónak? 10. Hogyan változik meg a fénysugár útja a prizmán, a síkpárhuzamos lemezen? 11. Miért verődik teljesen vissza a fény bizonyos prizmákon? 12. Mit nevezünk diffrakciónak? 13. Mit nevezünk interferenciának? 14. Hogyan magyarázható a világos és sötét csíkok kialakulása?			
Házi feladat	Határozd meg otthon kísérletileg: a) egy gyűjtő szemüveglencse fókusz távolságát! b) az evőkanál, a borotválkozótükör fókusz távolságát! Az eljárásodról számold be az osztály előtt!			

Ajánlatos az órát versenyszerűen megtervezni. A tanulók válaszolnak az egyes kérdésekre, majd megkapják a választ szóban is és kísérletileg is.

Önmagukat értékelik (pontozzák), majd bevallják pontszámukat a tanárnak.



MEGAFON

Dr. Rajkovits Zsuzsa

Ifjú Kutatók Nemzetközi Konferenciája '95 Belorusszia, Baranavichi

A belorussziai Baranavichitől 20 km-re lévő fenyőerdőben fekvő üdülőhelyen 1995. április 24. és 30. között tartották az Ifjú Kutatók Nemzetközi Konferenciáját. A nemzetközi tanulmányi versenyt – mint azt a múlt évben Visegrádon is – az Eötvös Loránd Tudományegyetem a Belorusz Állami Egyetemmel közösen rendezte. A helyi szervezés zömét ezúttal a baranavichi Liceum és Gimnázium vállalta magára.

A mintegy 30 középiskolás diák előadásához témát a **matematika, fizika, informatika és környezetvédelem** bármely területéről választhatott. Nemzetközi zsűri értékelte és díjazta a 10 perc időtartamú, angol nyelvű előadásokat.

A magyar középiskolások a versenyre a KÖMAL hasábjain több hónappal korábban megjelent pályázati felhívásból értesülhettek. Magyar nyelven megírt dolgozatukat egyetemi oktatók minősítették, s ez alapján juthattak a diákok a nemzetközi versenyre. Ebben az évben igen magas színvonalú dolgozatokkal pályáztak tanulónk. Szinte minden munka alkalmas volt arra, hogy azt nemzetközi versenyen bemutassák. A nevezett dolgozatok közül csupán egy nem került a versenyre, mert az egyébként igen kiváló tanulmány írója, **Buronyi László**, a budapesti Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorlóiskola negyedik osztályos tanulója a konferencia idején a fizika OKTV kísérleti fordulóján vett részt.

A részvétel költségeit – mely diákonként kb. 34 ezer forintot tett ki – több forrásból fedeztük. Az utazással járó költségeket a Soros Alapítvány Közoktatásfejlesztési Programja fedezte, a részvételi díjat (100\$/fő) dr. Inzelt György, az ELTE Oktatási és Tudományszervezési rektorhelyettese, dr. Kiss Ádám, az ELTE TTK dékánja, középiskolák és polgármesterek együttesen adták össze. Támogatóinknak ezúton mondunk köszönetet, nélkülük a versenyen diákjaink nem vehettek volna részt.

A magyar színeket a következő diákok képviselték:

Matematika

Zaupper Bence (III. o.), **I. díj**, Győr, Krúdy Gyula Szakközépiskola, tanára: Babarczi Imréné.

Fizika

Farkas Illés (IV. o.), **I. díj**, Budapest, ELTE Apáczai Csere János Gyakorlóiskola, tanára: Pákó Gyula.

Ivány Gabriella (IV. o.), **II. díj**, Dunaújváros, Széchenyi István Gimnázium, tanárai: Trencséniné Berzai Zsuzsanna, Kobzos Ferenc.

Kardos Adél (II. o.), **Nagy Gábor** (II. o.), **Nagy Péter** (II. o.), Túrkeve, Ványai Ambrus Gimnázium, tanáruk: Simon László.

Környezetvédelem

Bukovinszky Tibor (IV. o.), **I. díj**, Érd, Vörösmarty Mihály Gimnázium, tanára: dr. Szerényi Gábor.

Menyhért Judit (III. o.), **I. díj**, ELTE Trefort Ágoston Gyakorlóiskola, tanára: dr. Böddiné dr. Schróth Ágnes.

Martus Melinda (II. o.), **II. díj**, Csongrád, Batsányi János Gimnázium, tanára: Szucsán András.

A környezetvédelem az idei versenyen szerepelt először. A tudományterületek kibővítésével az volt a célunk, hogy a természettudományokban járatos diákok közül a kémiát, biológiát kedvelő tanulók is bekapcsolódhassanak a versenybe. Az eredmények azt mutatják, hogy a napjainkban különösen aktuális környezetvédelmi problémák a tudományos kutatás szintjén már középiskolában is érdeklődésre tartanak számot. Az előadásokból kiderült, hogy diákjaink már évek óta kitartóan foglalkoznak az általuk választott területtel, s mára tanáraik irányításával a téma kis szakértőivé váltak. A magyar fiatalok szereplése nagyon figyelemreméltó eredménnyel zárult. Nemcsak a dolgozatok tartalma volt érdekes, hanem az angol nyelven tartott előadásuk eleganciája is nagy tetszést váltott ki.

Az ifjú kutatónemzedék utánpótlását nem lehet elég korán kezdeni. Ha mára középiskolában megismerik diákjaink a nemzetközi konferenciákon elvárható követelményeket, akkor egyetemista korukban a tudományos diákköri munka, a konferenciákon való részvétel, majd később a tudományos kutatómunkába való bekapcsolódás természetes igényükké válik. Ezért a tehetséggondozás e formája egyre inkább az egyetemek tevékenységi köre kell legyen, szervesen kiegészítve az olyan egyéb nemzetközi megmérettetéseket, mint a nemzetközi diákolimpiák.

A nemzetközi versenyek szakmai hatása mellett nagyon fontos tényező, hogy diákjaink felismerik az idegennyelv-ismeret fontosságát. Nemcsak az előadás nyelvén kell megtanulniuk kommunikálni, hanem átérzik, hogy a mindennapi életben sem árt, ha el tudnak igazodni. Ez az újabb igény inspirálhatja őket másik idegen nyelv tanulására.

1996-ban az Ifjú Kutatók Nemzetközi Konferenciáját Magyarországon rendezzük meg. E sikeres szereplés reméljük kedvet csinált másoknak is a munkához. Szeretnénk, ha ez a verseny legalább olyan érdeklődést váltana ki a jövőben, mint a már eddig ismert, megszokott hazai tanulmányi versenyek.

Dr. Rajkovits Zsuzsa – Skrapits Lajos

8th International Young Physicists' Tournament Spala, Poland, 4-11. June, 1995.

Az Ifjú Fizikusok VIII. Nemzetközi Versenyét 1995. június 4. és 11. között rendezték meg a lengyelországi Spalában, festői környezetben, ahol egyébként a lengyel olimpiai válogatott edzéseit tartják.

A versenyen ezúttal 17 ország 15 csapata vett részt, versenyzők csupán 12 országból

(Belorusszia, Ukrajna, Grúzia, Oroszország(2), Üzbegisztán, Csehország, Szlovákia, Lengyelország(2), Hollandia, Németország(2), Finnország, Magyarország) érkeztek, 5 ország (Szlovénia, Lettország, Svédország, Izrael, Litvánia) és az Európai Fizikai Társulat megfigyelőkkel képviseltette magát.

A magyar csapat tagjai: **Farkas Illés** (Budapest, ELTE Apáczai Gimnázium, tanára: Pákó Gyula), **Varga Dezső** (Miskolc, Földes Ferenc Gimnázium, tanára: Szabó Kálmán és Gnädig Péter), **Puskás Zsolt** (Budapest, ELTE Apáczai Gimnázium, tanára: Pákó Gyula), **Szász Nóra** (Budapest, ELTE Apáczai Gimnázium, tanára: Flórik György), **Varga Balázs** (Kapuvár, Felsőbüki Nagy Pál Gimnázium, tanára: Szoldatits Józsefné és Bálint József) voltak.

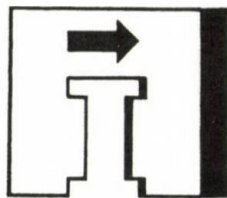
A diákok a versenyre az előre megadott 17 problémát a Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok decemberi számából ismerhették meg, s pályázni április végéig, 3-4 probléma megoldásával lehetett. A versenyen az előadások és a diszkusszió is angol nyelven folyik, így a csapat összeállításánál a szakmai felkészültség mellett a nyelvtudás is igen fontos szempont volt. A versenyt megelőző két hétben a versenyzők az ELTE Általános Fizika Tanszékén intenzív felkészítésben vettek részt, ahol előadásokat hallgattak és kísérleti munkát végeztek. E rövid találkozás fontos volt abból a szempontból is, hogy felkészüljenek a csapatversenyen szükséges együttes munkára is. A jó

szakmai felkészültség, a kiváló angol nyelvtudás, a jó kísérletező képesség ugyanis nem feltétlenül található meg egy személynél, ezért a diákok a felkészüléskor a megfelelő stratégia megválasztásával egymást kiegészíthették.

A 15 csapatból a három elődöntő után 9 jutott a középdöntőbe, ahonnan a három legjobb mérkőzött meg a döntőben. Diákjaink mindhárom elődöntőben és a középdöntőben is az első helyen végeztek, nem volt még egy ilyen csapat, mely ennyire egyenletes teljesítményt nyújtott volna. A döntőben Csehország és Németország diákjaival kellett versenyezniük. A verseny játékszabályai szerint az első díjat a döntőbeni szereplésért ítélik oda, a szerencse a német diákoknak kedvezett, Magyarország és Csehország második díjat kapott.

A magyar csapat már hetedszer vett részt e versenyen, s eddig mindig az élményben végeztek. A kilencedik Ifjú Fizikusok Nemzetközi Versenyét Grúziában rendezik meg jövőre.

A csapat utazási költségeit ezúttal is a Művelődési és Köznevelési Minisztérium finanszírozta, amelyért ezúton is köszönetet mondunk.



IMPULZUS

Dr. Pintér Ferenc

A Kvant nyomában

A fizika tanítása 1995. évi 4. számában közölt feladatok megoldásai

29. A Szaturnusz gyűrűje nem lehet szilárd, folytonos felépítésű.

30. a) A lövedék olyan ellipszis alakú pályán mozog, mint az űrhajó.

b) A lövedék olyan ellipszis alakú pályán mozog, amely az űrhajó pályájának belsejében helyezkedik el.

c) A lövedék és az űrhajó pályasíkjai szöget zárnak be.

31. Ugyanolyan erővel, mint az asztal a Földre, amelynek nagysága az asztal nehézségi erejével azonos.

32. A Föld és a Hold gyorsulása majdnem azonos. A Föld és a Hold közös rendszert alkot, így a Föld és a Hold eme rendszer tömegközéppontja körül forog és a rendszer tömegközéppontja kering a Nap körül.

33. A test sebessége a Föld középpontján történő áthaladás pillanatában a legnagyobb, értéke $v = gR$, ahol g a nehézségi gyorsulás értéke a Föld felszínén, R a Föld sugara.

- 34.** a) A pálya érintőjének irányában;
b) a Hold a Földre esne.

35. Pascal törvénye igaz, Arkhimédész törvénye nem.

36. A rakéta alkotórészeinek eredő lendülete a robbanás előtt és közvetlenül a robbanás után azonos, zérussal egyenlő. A rakéta részei lendületeinek eredője csak akkor lehet zérus, ha egy síkban helyezkednek el.

37. A fatábla a nyugalmi tömegközéppontja körül forog.

38. A pályák olyan koncentrikus körök, melyeknek középpontja a nyugalomban lévő bogár-abroncs-rendszer tömegközéppontjával esik egybe.

39. Az ember által végzett munka zérussal egyenlő (hasonlóan a vonathoz rögzített koordináta-rendszerben is).

40. Igen, például a mozgó vonat platóján elhelyezett teher hatására.

41. A hatásfok értéke 1-hez tart, ha az áramkörben szereplő külső ellenállás értéke tart végtelenhez, de ebben az esetben a hasznos teljesítmény értéke (hasonlóan a teljes is) zérushoz tart.

42. A b) esetben kisebb a test sebessége, mivel a test kezdeti mozgási energiája a test és a lejtő mozgási energiájává alakul át.

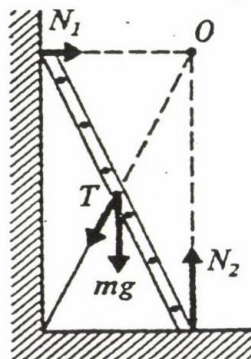
43. A gitár lehülése során a gitár belső energiájának egy része a húrok rugalmas deformációjához tartozó potenciális energiának növelésére fordítódik.

44. A léggömb felfújása közben a töltések közötti elektromos kölcsönhatási energia

csökken. A töltések közötti kölcsönhatás taszító jellegű, ezért a töltéssel rendelkező léggömböt könnyebb felfújni.

45. Ha a rudat a közepén alátámasztva tartjuk, az alátámasztási erő a rúd súlyával egyenlő. Ha a rudat a végénél fogva tartjuk meg, a nehézségi erő részéről forgatónyomaték is fellép, amelyet ki kell egyenlíteni.

46. Az O pontra vonatkoztatva a talaj és a fal részéről fellépő tartóerők forgatónyomatékai, valamint a kötel részéről fellépő feszítőerő forgatónyomatéka zérussal egyenlő, függetlenül a kötel feszítőerejétől. A nehézségi erő részéről fellépő forgatónyomaték azonban ugyanezen pontra vonatkozóan zérustól különböző. Következésképpen a kötel feszítőerejétől függetlenül a lécra minden esetben lecsúszik.



47. Áram esetén a vezetőre a mágneses tér forgatónyomatékot gyakorol a vízszintes tengelyre vonatkozóan. A vezető drótdarab addig fordul el, amíg ezt a forgatónyomatékot a nehézségi erő részéről fellépő forgatónyomaték ki nem egyenlíti.

48. Nem változik, mivel a tartórúdra ható erők relatív csökkenése mindkét végen azonos (a nehézségi erő, a felhajtó erő arányos a gömbök térfogatával).

49. Igen, kb. kétszeres.

50. A vonalzó elfordulásakor a vonalzó súlypontja magasabbra kerül, ami azt jelenti, hogy az ilyen állapot stabilis egyensúlyi állapot.

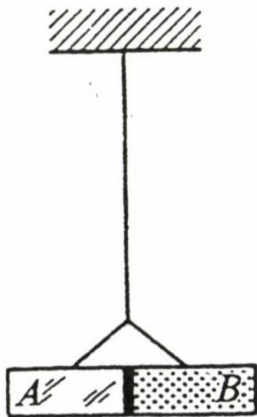
Feladatok

51. Mi a magyarázata annak, hogy az alkohol vizes oldatának térfogata kisebb, mint az oldott alkohol és az oldószerként szereplő víz térfogatainak összege?

52. Ha egy légüres, hermetikusan zárt tartállyal körülvevett mikropórusos falú csövön keresztül gázkeveréket áramoltatunk, azt tapasztaljuk, hogy a tartályban összegyűlt gázkeverékben a kisebb tömegű molekulák koncentrációja megnövekszik. Hogyan magyarázható ez a jelenség?

53. A hidrogéngáz az 1-es, 2-es és a 3-as tömegszámú izotópok keverékéből áll. Elektrolízis esetén melyik izotópion mozog leglassabban a katód irányába?

54. Egy üveglemezke egyik oldalát (B) vonjuk be rézzel és az ábrán látható módon függesszük fel! Az üveglemezke levegőben nyugalomban van, klórgázban viszont elfordul a rézzel bevont felület normálisának irányába. Magyarázzuk meg a jelenséget figyelembe véve, hogy a réz a klórmolekulákat megköti, az üveg pedig reflektálja!



55. Egyenlő karú mérlegen helyezzünk el két azonos tömegű és térfogatú tartályt! Az egyik tartályt töltjük meg száraz, a másik tartályt nedves levegővel úgy, hogy nyomásuk és

hőmérsékletük azonos legyen! Kérdés, hogy melyik tartály lesz nehezebb és miért?

56. Milyen fizikai folyamat képezi az alapját a Geiger-féle számlálónak és a Wilson-féle ködkamrának?

57. A Wilson-féle ködkamrát homogén mágneses térbe helyezve azt tapasztaljuk, hogy a részecskék nyomvonalainak görbületi sugara nem állandó, hanem folyamatosan csökken. Magyarázzuk meg ezt a jelenséget!

58. Igaz-e mindig az a feltételezés, hogy a gázok saját térfogata elhanyagolható a gázt tartalmazó edény térfogatához viszonyítva?

59. Igaz-e az az állítás, hogy a Brown-mozgás nem más, mint a molekulák termikus mozgása?

60. Mi az oka annak, hogy a cukor a forró vízben gyorsabban oldódik, mint a hideg vízben?

61. Hogyan magyarázható, hogy a Holdnak nincs légköre?

62. Hogyan változna a reális gáz nyomása egy zárt edényben, ha megszűnne a molekulák közötti kölcsönhatás?

63. Milyen típusú mozgásokban vesznek részt a molekulák?

64. A súlytalanság állapotában az égés biztosításához szükséges levegő konvekciója hiányzik. Azonban ebben az esetben is égni fog a gyertya bizonyos ideig, gömb alakú kis lánggal. Miért?

65. Mi az oka annak, hogy egy nem rozsdásodó acélból készített, hosszú ideig meghúzott állapotban lévő csavar-anyacsavarrendszert is nehéz meglazítani?

Irodalom

- [1] A. A. Leonovics: Fiziceszkij kaleidoszkóp. Büro-Kvantum, Moszkva, 1994. (A Kvant c. folyóirat melléklete.)

Szabó Krisztina Ágota

A súrlódásról

Az ember már az időszámításunk előtti időkben felismerte a súrlódás szerepét, hasznos vagy káros voltát, a kopás károsító hatását, és állandó küzdelmet folytatott a súrlódás okozta kopás csökkentéséért. Ez a küzdelem még napjainkban sem szűnt meg.

Az ősember két kovakő egymáshoz dörzsölésével keltett tüzet, kőbaltáit vizes kvarchomokkal csiszolta, az állatok bőrének, hújának feldolgozásához pedig szintén dörzsöléssel készített csontszerszámokat használt. Sőt, kézzel hajtott őrlőkorongjainak felületét is megfelelő érdességre tudta csiszolni az őrlésre szánt anyagok keménysége és az őrlédekek finomsága szerint.

A korongozó kerék megjelenése az i.e. IV. évezredben Mezopotámiában, új feladatok elé állította az őskor mesterembereit. Szükségessé vált a korongozó kerék kőből vagy fából készült csapágynak kialakítása, kopásállóságuk növelése. Valószínűleg ekkor fedezték fel a zsirok súrlódást és kopást csökkentő szerepét. A korongozó kőcsapágiai – akárcsak a 6-7 ezer éves ajtósarkok – a mai korszerű siklócsapágay ősei.

A sumérok már i.e. 3-4 ezer évvel ezelőtt ismerték a kereket, s ennek használata új fejezetet nyitott a technika történetében. A csúszósúrlódás helyettesítése gördülő súrlódással hatalmas lépést jelentett a súrlódás csökkentéséért folytatott küzdelemben, egyben a gördülő csapágynak megjelenésének kezdetét is jelentette. A gördülő csapágynak ókori használatát bizonyítja az 1930-as, Róma melletti ásatások során talált két ókori hajó, amelyeken bronzgolyókon forgó szerkezetet tártak fel.

Az egyiptomiak már i.e. 2400 évvel tudatosan alkalmazták a folyadékok súrlódáscsökkentő képességét. Építkezéseiknél csiszolt kőlapokon vontatták a kötömböket, s lehetséges, hogy ezeknél a műveleteknél súrlódáscsökken-

tő olajokat vagy zsírokat is használtak. Az egyiptomi El-Berseh helységben az i.e. 1800-ból származó faliképen szoborszállítás látható, amelynek érdekessége, hogy a kenéssel megbízott személy a szállítóalkalmatosságon ül, ami kiváltságos helyzetét bizonyítja.

Már az ókorban használt faekék súrlódásnak, kopásnak kitett részeit is kőlapokkal, gránitból, kvarcból vagy más kőből készült betétekkel tették tartósabbá.

I.e. 800 körül a kelták tökéletesítették a vasgyártást. Ezt követően a rómaiak vaspatkókkal kezdték vasalni lovaikat, hogy csökkentsék lovaik patáinak kopását. Ugyancsak ezt a célt szolgálta a római hadsereg vasszeges talpú lábbelije, a caliga is.

Amint az a fentebbiekből is látható: az ókor embere jól ismerte a súrlódást és a súrlódásból származó kopást, valamint felismerte a kenés hasznosságát, s ezeket az ismereteket fel is használta mindennapi tevékenységében.

Arisztotelész a súrlódással kapcsolatban is végzett kutatásokat, és megállapította, hogy a gömbölyű testek súrlódása gördülés közben a legkisebb.

Alexandriai Héron, görög mechanikus (i.e. 150-100), ismerte a bütök tulajdonságait, leírásai alapján a rómaiak már bütököket is használtak vízimalmaiknál. A bütökös tengelyek és a vízimalmok elkészítésében és üzemeltetésében nagy jelentősége volt a súrlódással, illetve ennek csökkentésével kapcsolatos ismereteknek. Vitruvius az i.e. I. században elsőként írta le a vízimalmok működését. A rómaiaknak már ebben az időben fejlett vízimalmhálózatuk volt. Az Arles mellett működő, 16 malomból álló rendszer például 10 óra alatt 28 tonna lisztet őrlött, ami azt jelenti, hogy a mai korszerű malmok ősei jó termelékenységgel dolgoztak. A Római Birodalom malmai még az i.sz. VI. században is működtek.

A rómaiak még széles körben alkalmazták a bronzot, de ennek szerepe a középkorban sokat csökkent, és a vas használata került előtérbe. Egy angol ferencrendi barát 1260-as keltezésű vallomása szerint „vas nélkül a nép nem védekezhet ellenségeitől (...), nem művelhetné meg a földeket, nem építhetné házeit”. Ekkor már a vasat az igásállatok patkolására is használták. Szemléletesen igazolja ezt a tény az is, hogy I. Richard a keresztes hadjáratainak előkészületei során 60 kovácsműhelytől 50 000 vaspatkót rendelt. A vas használatával és elterjedésével kapcsolatosan említésre méltó, hogy a kőbányákban a kő előállítás költségeinek tíz százalékát a bányák mellett működő kovácsműhelyek üzemeltetésére fordították.

A vasnak egyre több felhasználási területe alakult ki, nőtt a vastermelés, amihez a vízi energia felhasználása is nagyban hozzájárult. A vashámorokban a kézi kalapálást kezdte kiszorítani a vízikerekek hajtotta 500-600 kg „ütő súlyú” kalapács gép. A vízikerekeket a vasolvasztók fűjtatóinak meghajtására is használták, az olvasztókemencékben így elért magasabb hőfok pedig a vas minőségét, tisztaságát is befolyásolta. A franciaországi Champagne-ban 1250-től a XVIII. sz. végéig a cisztercita rend dolgozó barátai álltak a vastermelés élvonalában. A rend keletre terjedésével a vaskohászat is egyre keletebbre került. De vaskohászat nem csak Franciaországban alakult ki. A németországi Freiburg városa már például 1170-ben híres vaskohászati központ volt, termékei és mestereinek szaktudása Európaszerte ismert és elismert volt. A német kohászok és bányászok kiterjesztették a vaskohászatot a Balkánra és Kelet-Európára is.

Ezt bizonyítja például a török nyelv bányászattal kapcsolatos szavainak német eredete.

Ezidő tájt Európában a kézi munkaerőt számos területen egyszerű gépekkel, gépezetekkel kezdték helyettesíteni. Ennek ellenére a kor fő műszaki jellemzője az építkezések magas fejlettségi szintje maradt. A jó építész azzal vált híressé, hogy a nehéz építkezési munkák megkönnyítésére használható gépezeteket is szerkesztett. Villard de Honnecourt először rajzolt meg csavarral működő emelőt, mondván:

„ezzel az eszközzel egyik legerősebb emelőgép valósítható meg...”.

A perpetuum mobile, az örökmozgó gondolata már ebben az időben foglalkoztatta a kor mérnökeit. Pierre de Maricourt 1269-ben a mágnesség jelenségének magyarázásán fáradozott, és *Epistola de magnete* című dolgozatában így képzelte el a mágnesség örökmozgóját: „Egy gömb alakú mágneszt súrlódásmentesen szerelünk fel...”. A XIII. században tehát a súrlódás hatását már ismerték, és döntőnek tartották az örökmozgó kivitelezhetőségében.

Amint azt az említett példák is hűen tükrözik, a középkor szakemberét igencsak foglalkoztatta a gépi szerkezetek tökéletesítése, a súrlódás kérdésköre, s ha nem is folytatott kimondottan súrlódással kapcsolatos kutatásokat, kísérleteket, szerkezeteiben alkotó módon alkalmazta az ezzel kapcsolatos ismereteket, sőt már a kísérletek csírái is jelentkeztek. Az angol Roger Bacon (1214-1294) művében, az *Opus Mayus*-ban egész fejezetet szentelt a kísérletezés tudományának, ahol kimondja: „Kísérlet nélkül semmit sem ismerhetünk meg alaposan.” Persze más kérdés az, hogy mennyire igényelte a középkor társadalma a kísérletezőket, feltalálókat, és gazdag irodalma van annak is, hogyan leltek közös útra a tudomány és filozófia, az irodalom és művészetek kiváló képviselői a középkorban. Villard de Honnecourt megbecsült tudósként élt és elégedett volt hivatása biztosította társadalmi pozíciójával. Leonardo da Vinci heves kitörésekkel válaszolt az őt csak mesterembernek tartó humanistáknak. Ez a társadalmi besorolás élete végéig sok szenvedést okozott számára.

A XV. század tudományossága a legtöbb vonatkozásban Leonardo da Vinci munkásságának jegyeit viseli magán. Jórészt soha meg nem valósult gépezeteinek tervei, elméleti fejtegetései ugyan nem váltak közismertté, feljegyzései azonban a századok folyamán kiindulópontként szolgáltak más tudományokban is. Kísérletező, újító szellemének köszönhető az is, hogy az ókor tudósai után elsőként figyelt fel a súrlódási folyamatra, hasznos vagy káros hatásaira. Megpróbálta megismerni a súrlódás törvényeit, különböző megállapításo-

kat is tett ezzel kapcsolatban. Jegyzeteiben megtalálható a ma is használt négy golyóból álló súrlódási pár rajza és leírása. A francia Guillaume Amontons csupán kétszáz év múlva figyelt fel Leonardo da Vinci jegyzeteire és felhasználásukkal megfogalmazta a súrlódás törvényeit.

A XVII. században úgy a matematika, mint a mechanika hatalmas fejlődésen ment keresztül. Amontons kortársai: Leibniz és Newton a súrlódás terén is újat alkottak. Leibniz kimutatta a csúszó- és gördülő súrlódás közötti különbséget, s megállapította, hogy a gördülő súrlódási együttható kisebb, mint a csúszó súrlódási együttható. Newton kiterjesztette kutatásait a folyadékok belső súrlódására és kidolgozta a súrlódási erő és a viszkozitás közötti összefüggést.

Coulomb nem fogalmazott meg új megállapításokat a súrlódással kapcsolatban, viszont felülvizsgálta Amontons állításait, igazolta érvényességüket, és a következő módon rendszerezte:

- a súrlódási erő arányos a terheléssel;
- a súrlódási együttható nem függ a látszólagos érintkezési felülettől;
- a tapadási súrlódási együttható nagyobb, mint a csúszó;
- a csúszási súrlódási együttható független a mozgás sebességétől.

Ezek a törvények Coulomb törvényeiként váltak ismertté, holott Amontons fogalmazta meg és dolgozta ki őket. E négy törvény hosszú időn át változatlanul érvényes volt. Napjainkban azonban a legújabb kutatások eredményeként bebizonyosodott nagyfokú pontatlanságuk, s az is, hogy csak bizonyos sajátságos esetekben érvényesek.

A törvény első tétele nem érvényes a nagy nyomások tartományában, mivel itt a terhelés növekedésével a hőmérséklet is nő, ez pedig befolyásolja a súrlódási erő alakulását.

A második tétel nem alkalmazható gumira, vagy hasonló rugalmasságú súrlódó anyagokra, de a viszkoelasztikus anyagok (műanyagok) esetében sem.

A harmadik tétel nem igaz a viszkoelasztikus anyagok esetében; ezek súrlódási tulajdonságait más törvények is befolyásolják.

A negyedik tétel – fémek esetében – bizonyos sebességi tartományokon belül elfogadható, de módosításokra szorul nagy sebességeknél és a viszkoelasztikus anyagok esetében is.

Coulomb megállapítása (a súrlódási tényező az anyagtól függ) nem alkothat önálló tételt, mert lényege mind a négy tételben fellelhető.

A klasszikus súrlódástan megállapítói tehát Leonardo da Vinci, Amontons, Newton, Leibniz és Coulomb. Elméleteik az évszázadok folyamán kiegészültek, módosultak, tökéletesedtek.

L. Giralda francia feltalálónak az az ötlete támadt 1852-ben, hogy a vonat kerekeit vízen csúszó sarukkal (papucsokkal) helyettesítse, mert így nagyobb sebességet érhetne el. Az ötlet onnan eredt, hogy a szánt is könnyedén röpítik a lovak a jeges úton, és a csónak is könnyedén siklik a vízen. U alakú sínekbe helyezte az üreges aljú csúszósarukat, amelyekbe vizet préselt. Így módon a vonat egy vékony vízrétegen csúszott, vagyis a víz felemelte picit a szerelvényt, s ezáltal a vonatnak sokkal kisebb súrlódást kellett legyőznie. Egy 1869-ből származó rézmetszet tanúsága szerint kísérleti pályán közlekedett egy ilyen vonat, mégpedig elég hosszú ideig, mert 1889-ben kiállították a szállítási eszközök párizsi nemzetközi vásárán. A találmány egyedüli hátránya az, hogy rengeteg vizet fogyasztott, kb. 3500 litert óránként egy tonna teherre. A találmányt Charles Thérýc Marseille-i feltaláló tökéletesítette: a sarukból kiáramló víz egy részét visszavezette a víztartályba. Egy 1909-ben bejelentett szabadalmában ehhez még azt is hozzáfűzte, hogy víz helyett levegőt is lehetne használni.

William Froode angol kutató azzal az ötlettel állt elő, hogy a hajók sebességét légpárnával kellene növelni, azaz levegőt kellene préselni a hajótest és a víz közé. Javaslatát Gustav Lavall svéd feltaláló által meg is valósult 1885-ben. Lavall a hajótest alját furatokkal látta el, ezeken keresztül levegőt préselt a hajó alá. A várva várt siker azonban elmaradt, ugyanis csak légbuborékok keletkeztek összekeveredve a vízzel, a remélt összefüggő légréteg helyett. 1909-ben Hans Peter Dinesen svéd mérnöknek sikerült leküzdenie ezt a problémát: az el-

szőkö levegőt egy „műanyagszoknya” segítségével tartotta fogva.

A gyakorlatban is kipróbált és bevált első légpárnás járművek Kaario Toivo Juhani (1912-1970) finn mérnök nevéhez fűződnek. A nemzetközi szakirodalom a szánsikló feltalálójaként tartja számon.

A sűrűlódás törvényeinek tanulmányozására a tribométert használjuk. A tribométer deszkalapból áll, amelyet vízszintesen vagy ferdén rögzíthetünk. A deszkalap egyik végén könnyű csiga van, elhanyagolható sűrűlódással. A készülőkhöz három vagy négy egyforma téglatest tartozik és kampó van rajtuk, hogy egymáshoz is kapcsolhatók legyenek vagy fonalat köthessünk rájuk. A berendezést kétféleképpen használhatjuk: mint vízszintes síkot és mint lejtőt.

A szilárd testek érintkezésénél mindenütt fellép a sűrűlódás, a természetben és a technikában egyaránt. Bizonyos esetekben hasznos, sőt nélkülözhetetlen, máshol pedig káros, s ezért inkább csökkenteni kell. Például enyhén lejtő felületeken a testek csak a sűrűlódás miatt lehetnek egyensúlyban. Az ember járása is a cipőtalp és a talaj között fellépő sűrűlódási erő miatt lehetséges. A járművek ugyancsak a motorral hajtott kerék és az úttest között fellépő sűrűlódási erő következtében mozdulhatnak el, illetve a sűrűlódási erő segítségével fékezhetjük le őket. Jégen vagy jeges úton az elmozdulás nagyon nehéz, ilyenkor járműveink kerekei csúsznak vagy helyben forognak.

Az áru csomagolásánál a zsineg megkötése; a hajók kikötése a parton rögzített hengeres oszlop köré csavart kötéssel; az, hogy ujjaink között különböző tárgyakat (ceruzát, szerzőszámokat stb.) tartunk, mind csak a sűrűlódási erő következtében lehetséges.

A Bodrogló köz pákásai három száraz fadarabbal tudtak tüzet gyújtani. Két gallyat gyökerekkel összekötöttek, egy harmadik ágat pedig laposra faragtak, majd a két összekötött ág közé szorítva gyorsan ide-oda húzogatták. A sűrűlódásnak köszönhetően a három ág öt-hat perc alatt felizzott. Az így kapott csóvát száraz nádtermelékek közé helyezték, majd addig lóbálták, míg lángra nem lobbant.

Más tűzgyújtási mód: egy keményfa ágát kihegyezték, ezt követően egy puhafába szúrták. A keményfa ágat egy húrral körülhurkolták, majd egy íjjal kifeszítették. Az íj mozgásakor a keményfa ág váltakozó irányban forogni kezdett, s ennek következtében a puhafa felizzott, ez pedig meggyújtotta az odahelyezett száraz fűvet.

Más esetekben viszont a sűrűlódás káros, például motorokban és különböző gépekben, mert legyőzésére energia szükséges, ami hővé alakul és fölöslegesen felmelegíti a mozgásban lévő alkatrészeket. A felmelegedés következtében az alkatrészek alakváltozást is szenvedhetnek, meghibásodhatnak, sőt meg is olvadhatnak.

Bizonyos esetekben a sűrűlódás csökkentésére kenőanyagokat, olajokat és zsírokat használnak. Egy másik lehetőség a sűrűlódás csökkentésére az, hogy a csúszó sűrűlódást gördülő sűrűlódássá alakítjuk. Gördülésnél a felület érdességét a gördülő test inkább lelapítja, nem pedig letöri, mint a csúszásnál.

A gyakorlatban például nehéz tárgy elmozdítását úgy könnyítik meg, hogy több hengeres farönköt tesznek alá. Ez az eljárás időszámításunk előtt is ismert volt, például Egyiptomban a piramisok építésénél is használták.

A csapágy és a tengely között fellépő sűrűlódás csökkentésére vezették be a golyóscsapágyakat, amelyben a golyók vagy hengeres görgők alkalmazásával alakítják át a csúszó sűrűlódást gördülő sűrűlódássá.

A már léteznek légpárnás járművek is, amelyeknél különleges motorok légpárnát hoznak létre a jármű alatt és ezen csúszik a jármű. Léteznek mágneses felfüggesztésű járművek is, ezek különleges sínek fölött haladnak anélkül, hogy érintkeznének a sínnel.

Sűrűlódási erő nemcsak a szilárd testek között lép fel, hanem szilárd, és folyadék vagy gáz között, illetve folyadékrétegek és gázzrétegek között is. Bármely szilárd test, ha folyadékban vagy gázban mozog, ellenállásba ütközik, például a hajók, tengeralattjárók, földi járművek, repülőgépek, rakéták.

Azért, hogy megismerjék a kozmikus környezet bizonyos sűrűlódási párokra gyakorolt

hatását, szovjet tudósok egy érdekes kísérletet hajtottak végre. A légritka tér hatásával egyidőben a súrlódó felületeket különböző energiájú sugárzásnak is alávetették. Ezáltal olyan új súrlódási feltételeket teremtettek, amilyenek csak a kozmikus környezetre jellemzőek. Ilyen környezetben a polietilén felületen acélgolyóból álló súrlódási pár meglepően viselkedett. A két felület között eltűnt a súrlódás, a súrlódási együttható kezdeti 0,21-es értéke pedig a 140-ed részére csökkent. A súrlódási együtthatónak ez az alacsony értéke nem változott lényegesen akkor sem, ha a tárcsa csúszási sebességét vagy akár a golyóra ható terheléseket és a két súrlódó test hőmérsékletét változtatták. A súrlódás szokatlanul kis értéke azonban csak akkor jelentkezett, ha folyékony nitrogénnel hűtött fémmernyő vette körül a súrlódó testeket. Az erős besugárzás hatására a polietilén felületről ritka gázok, valamint oxigén, hidrogén és nitrogén szabadult fel, és egy részüket elnyelte a védőernyő. A lehűlt gázok vízpárát is tartalmaztak, s mivel ez így eltávolodott a súrlódó felületről, gyakorlatilag a súrlódás is megszűnt.

A súrlódás tehát csökkenthető különböző kenőanyagok segítségével, a csúszó súrlódás gördülő súrlódássá való átalakításával és légpárna létrehozásával. Az emberiség fejlődésében mérföldkőnek számít a kerék feltalálása valamint alkalmazása. Egyik alkalmazásának köszönhetően jelentek meg az első járművek. Ám a járművek megjelenése maga után vonta az embereknek azt az igényét, hogy minél gyorsabban és kényelmesebben utazzanak. Ennek szolgálatában születtek meg a gépi járművek.

Irodalom

- [1] A. Hristev – V. Fălie – D. Manda: Fizica IX. Editura Didactica și Pedagogica, București 1984.
- [2] Gyapray – Megyer – Ritsók: Ki mondta? Miért mondta? Minerva, Budapest, 1989.
- [3] Márton Attila: A légpárna alkalmazása a fizikában. Dacia Könyvkiadó, Kolozsvár-Napoca, 1982.
- [4] Márton László: A súrlódástól a tribológiáig. Dacia Könyvkiadó, Cluj-Napoca, 1988.

Dr. Szabó Árpád

Trendek az iskolai fizikatanításban

Napjainkban a közoktatás ugyancsak forradalmi átalakulásokra van ítélve, mint életünk más szférái. A fizikaoktatással összefüggő problémák megtárgyalása különösen időszerű. Eljött a változások ideje. Ezekre amiatt is szükség van, mert a fizikaoktatás egész sor problémája nem nyert még megoldást egyetlen környező országban sem. Ezen kívül, ha komolyan gondolunk a közös európai ház építésére, akkor a fizika tanításának tendenciáit nem lehet valamely országban meghatározni – így Magyarországon sem – a más országokban kialakult helyzet alapos tanulmányozása nélkül. Tehát a fizikatanítás tendenciáinak tanulmányozása is szervesen kapcsolódik nemcsak a magyarországi, hanem

egészében véve egy nagyobb közösség országai szociális, kulturális és gazdasági fejlődésének problémáihoz.

Az iskola feladatainak vizsgálatával, funkcióinak bővítésével módosul a fizikaoktatás tartalma és struktúrája is. Az oktatás új tartalma olyan új módszereket is követel, amelyek az előzőeknél nagyobb mértékben szolgálják az iskolások megismerési képességeinek fejlődését és gyakorlati felkészítését.

Kutatásaink, illetve a fizikai képzés fejlődésének elemzése alapján véleményyt formálhatunk arról, hogyan fejlődött a környező országok iskoláiban a fizikaoktatás az utóbbi évtizedben. Az új programok, tankönyvek és a pedagógusok által használt segédkiadványok

összehasonlító elemzése alapján meghatározható a fizikaoktatás módszertanának fejlődési tendenciája.

Kelet-Európa iskoláiban folyó fizikaoktatás változásának alapvető tendenciái négy, egymással szorosan összefüggő csoportot alkotnak (megjegyeznénk, hogy a nyugati országokban is tökéletesen hasonló a helyzet). Ezek a következők:

- a fizikaoktatás céljai;
- a fizikaoktatás tartalma és struktúrája;
- a tanítás módszertana;
- az oktatás szervezése.

Most csak a fizikaoktatás módszertani fejlődésének tendenciáit, a fejlődés általános irányait, a különböző változásokat kiváltó okokat, kívánjuk tárgyalni illetve azon eszközöket, amelyek révén kiküszöbölik a fizikaoktatás rendszerében előforduló fogyatékoságokat.

Az utóbbi években valamennyi kelet-európai országban a következő törekvések figyelhetők meg a fizikaoktatás módszertanában:

- Az anyag két fajtájának – az anyag és a mező – egységével kapcsolatos kérdésnek, a tömeg, az energia megmaradására, az impulzusra és az elektromos töltésre vonatkozó törvények, az anyagok atomszerkezete, a molekuláris és elektronelméletek, az energiának mint az anyagi objektumok állapota univerzális jellemzőjének a mélyrehatóbb tanulmányozása.
- A tanulók ismereteinek rendszerbe foglalása.
- Az oktatási módszerek skálájának kiszélesítése, a tanulók érdeklődési körének kitágítása.
- A tanulók alkotó gondolkodásának fejlődését elősegítő módszerek alkalmazása.
- A szemléltetés jelentőségének fokozása audiovizuális oktatási eszközök segítségével.
- A tanulók önálló munkáinak és az iskolai fizikai kísérletek szerepének növelése.
- Az alapvető értelmi műveletek és megismerési módszerek tudatos alkalmazásának fokozása.

- Az oktatott kérdések tanítási módszertanának előtérbe kerülése e kérdések tudományos tárgyalásának megfelelően.
- Bizonyos összhang elérése az egymással összefüggő (ún. általános) témák tanításában a különböző tantárgyak oktatásának keretében.
- A tudomány mai állásának megfelelő egységes terminológia használata.

Ugyanakkor az oktatás megújulásával összefüggő problémák elemzése módot adott több olyan fontos módszertani probléma kiemelésére és meghatározására, amelyek további kutatásra szorulnak, és pedig:

- a tanulók megismerési aktivitásának fokozása motivációs eszközökkel;
- az oktatási idő hatékonyabb kihasználása;
- a fizikaoktatás nevelő szerepének növelése a tartalom humán beállítottságának fokozása révén, többek között tudománytörténeti elemeknek az iskolai oktatásba való beiktatásával;
- a figyelem fokozása a tanulók tudományos-elméleti gondolkodásának kialakítása iránt, s ezzel összefüggésben az ismeretközlés deduktív módszere iránt.

Valamennyi kelet-európai országban a fizika oktatásában megfigyelhető az elmélet és gyakorlat kapcsolatának fokozódása. Szembetűnő a fizikaoktatás kísérleti alapjainak fokozására irányuló tendencia, ami azonban nem történik a tananyag-ismertetés matematikai szigorúságának rovására. Az elméleti tételek tanításakor a pedagógusok a tapasztalatra támaszkodnak, a következtetések helyességének ellenőrzésére pedig okvetlenül alkalmaznak a fizikai kísérletet. A fizikai kísérletezés tartalmát tekintve abból a szempontból érdekes, hogy sok kísérletet nem okvetlenül abban a formában mutatnak be, ahogyan az először megvalósult, hanem az esetek többségében immár a korszerű technika vívmányainak felhasználásával. A fényinterferenciával kapcsolatban a kísérleteket például iskolai gázlézerek alkalmazásával végzik. Megemlítendő, hogy valamennyi kelet-európai országban tapasztalható az a törekvés, hogy a bemutató kísérletek

egy részét fokozatosan felváltják a tanulók egyéni, frontális kísérleteivel.

Egyértelmű, hogy az utóbbi években egyre inkább erősödik a tudomány központi gondolatainak és alaptételeinek jelentősége. Az iskolai fizikaprogram tartalmának általánosítása valamennyi országban megvalósul, viszont eltérő formában. Lengyelországban például a tananyagot olyan tudományos alapelmélet köré csoportosítják, mint például az anyag molekuláris felépítésének elmélete, az atommag felépítésének elmélete, a térre és időre vonatkozó fogalmak, a vonatkoztatási rendszer invariáns átalakulásának elmélete, a megmaradás törvényei. A német programokban öt központi gondolat jut kifejezésre: a fizikai jelenségek magyarázata az anyagok mikrostruktúrájának szempontjából, a fizikai jelenségek és folyamatok energetikai szempontú vizsgálata, a mezőről alkotott fogalmak felhasználása, a különböző közegek vezetőképességének mechanizmusa, a korpuszkula-hullám dualizmusa. A magyarországi fizikaprogramban négy alapvető rendezőelvet emelhetünk ki: a kölcsönhatást, a fizikai mezők létezését, az anyag részecskefelépítettségét és a megmaradási tételeket, például az energiára mint a materiális objektumok állapotának univerzális jellemzőjére.

Az általános tendencia mindenképpen nyilvánvaló, hogy a kelet-európai országok fizikaprogramjaiban széleskörűen tükröződnek a rendezőelvek. A programok tengelyét azok az eszmék képezik, amelyek az anyagszerkezetre, az erőterekre, az egyetemes megmaradási elvekre, a relativitás- és kvantumelméletre vonatkoznak.

Valamennyi országban nagy figyelmet fordítanak az alapvető fogalmak kialakításához szükséges tudományos előfeltételek megteremtésére. Felülvizsgálták a tömegre, az erőre, a hőmérsékletre, az energiára stb. vonatkozó fogalmak interpretációját, mégpedig e fogalmaknak a korszerű fizikában betöltött helyével összhangban.

Megfigyelhető az is, hogy az oktatásban fokozódik a problémafelvető tárgyalás. A pedagógusok a tananyag tanítását nagyon gyakran a problémák felvetésére és megoldására

építik. Felvetik a problémákat, megtárgyalják megoldásuk módjait, hipotéziseket ismeretnek, melyek helyességét megbeszélik a tanulókkal, és kísérletekkel ellenőrzik.

Először szeretnénk megjegyezni, hogy a problémafelvető oktatás gyakorlati megvalósítása csak az utóbbi időben indult fejlődésnek. Így gyakorlati alkalmazása még csupán a kidolgozás stádiumában van, habár maga a problémafelvető oktatás elmélete nem új. Ez felel meg legjobban a korszerű oktatás szellemének, a tanulók alkotó tevékenységének, és fejleszti a megismerő önállóságot. A problémafelvető oktatás a korszerű oktatási rendszer fontos és szerves részét képezi, viszont más oktatási módszerhez hasonlóan nem egyetemes, és ezért szükség van arra, hogy optimálisan összehangolják az egyéb módszerekkel.

A törvények matematikai megfogalmazása, levezetése a legtöbbször kísérleti eredményekre épül. A formulák levezetése a következő séma szerint történik: kiválasztják a formulához tartozó fizikai mennyiségeket, elvégzik a kísérletet, és a fizikai kísérlet eredményei alapján meghatározzák a fizikai mennyiségek közötti funkcionális összefüggéseket, amelyet nem csupán egyszeri matematikai bizonyságokkal erősítenek meg, hanem az eredmények grafikai interpretációjával is.

A tanulók alkotóképességeinek a fizikaoktatás során történő fejlesztésével kapcsolatos elképzelés nem új, de napjainkban az egyik fő szemponttá válik a fizikatanítás módszertanában. Jelenleg, a fizikaoktatás megújulása során valamennyi környező országban különösen időszerűvé vált. A tanárok nem adnak „kész” adatokat, hanem megtanítják a tanulókat arra, hogy ezekhez önállóan jussanak el. A tanulók alkotó aktivitásának fejlesztése szempontjából nagyon fontos, hogy az adott időkereten belül végezzék el önálló munkájukat. Egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítanak a tanulók tudományos kutatómunkájának. Megemlítendő, hogy az ilyen kutatómunka végzésének módszerei nincsenek megfelelően kidolgozva. Úgy véljük, hogy a közeljövőben ennek vizsgálata jelenti majd a fizikaoktatás tökéletesítésének egyik fontos feladatát.

Az iskolai fizikaoktatás tökéletesítésének másik jellemző sajátossága a fizikai elméletek szerepének lényeges növelése és a tudományos színvonal emelése. Jelenleg az említett országokban történő fizikaoktatásban különösen a megismerési folyamat dialektikus jellegét emelik ki. Ennek érdekében tisztázzák a modellek szerepét az elmélet megalkotásában.

A fizikai elméletek alapját képező modellek tanulmányozása a fizikaoktatás korszerű módszertanának egyik legfontosabb problémája. Ezt a problémát több magyar, orosz, ukrán, német, lengyel kutató tanulmányozza. Az oktatás tartalma, tudományos színvonalának emelése és az elmélet szerepének növelése érdekében többen is indítványozták, hogy az elektrodinamika tanulmányozásának kezdeti szakaszában ismertessék a Maxwellegyenleteket. A kísérleti tények általánosításaként, majd ezt követően deduktív módon tanulmányozzák az elektrosztatikát, az egyenáramot, az időben állandó és változó mágneses mezőt, az elektromágneses rezgéseket és hullámokat. Magyarországon a harmadikos gimnáziumi tankönyvben hasonló módon épül fel az elektrodinamikára vonatkozó tananyag.

Különösen a magyar és lengyel kutatók vélik úgy, hogy a Maxwell-egyenletek nemcsak az iskolai fizikaoktatás tudományos színvonalának emelését segítik elő, hanem fejlesztő szerepének növelését is szolgálják. A román és lengyel tudósok különösen hangoztatják, hogy az elméletnek kellő mértékben fundamentálisnak és egyetemesnek kell lennie.

Közép-Kelet-Európa országaiban a fizikaoktatás modelljei nemcsak magyarázó illusztratív funkciót töltenek be, hanem heurisztikus funkciót is, ami elősegíti a tanulók alkotóképességének fejlesztését és tudományos világnézetének kialakulását.

A fizikaoktatás gyakorlatában különböző modelleket használnak, s ezeket különbözőképpen osztályozzák: pl. az oktatási folyamaton belüli rendeltetésük szerint, létezési formájuk szerint, az eredetihez való viszonyulásuk alapján. A fizikaoktatásban fontos szerepet játszanak mind gondolkodásraserkentő, mind a pedig a megismerést szolgáló modellek.

Mindenekelőtt megfigyelhető a pedagógusoknak az a törekvése, hogy a tanulókat minél alaposabban megismertessék a használt modellekkel. Jelenleg a modelleket nemcsak formálisan használják, hanem a tanulók egyre növekvő mértékben megismerkednek sajátosságaikkal, váltoásaikkal (vagy felcserélésükkel), a tudomány fejlődésétől függően, illetve a megismerés folyamatában megnyilvánuló jelentőségekkel.

Másodszor, jelentős változások tapasztalhatók a hagyományos analitikai modellek alkalmazásában, ami összefügg a tananyag alaposabb és nem dogmatikus megtanulásával.

Harmadszor, megfigyelhető, hogy egyre szélesebb körben alkalmazzák a szemléltető matematikai modelleket, a grafikonok segítségével oktatnak sok jelenséget és folyamatot.

Negyedszer, különleges szerepet játszanak az analóg modellek, például az olyanok, mint a Brown-féle mozgás mechanikai modellje, a gáz mechanikai modellje, az anyagfelépítés különböző modelljei, az atommodellek stb.

Ötödször, az utóbbi időben különös figyelmet fordítanak arra, hogy a modelleket felhasználják a különböző fizikai természetű jelenségek oktatási módszertanának egységesítésére. Ez az irányzat különösen szembetűnően nyilvánul meg a rezgésekre és a hullámokra vonatkozó tananyag oktatási módszertanában. Szerves egységben tanítják a fény korpuszkuláris és hullám sajátosságait. Az ilyen általános modellek használata a középiskolai fizikaoktatás módszertani tökéletesítésének egyik fontos módja.

Az említett országok új fizikaprogramja nagyszámú elméleti modellt tartalmaz az előző programokhoz képest (különösen szembetűnő ez a lengyelországi, magyarországi, romániai programokban). Jelenleg azonban a modellek alkalmazásának problémáját nem tekintjük megoldottnak.

A mechanikát az anyagi pont mozgására vonatkozó befejezett elméletként tanítják, a különböző közegek és anyagok elektromos vezetőképességét pedig az elektronok és ionok mozgáselmélete alapján magyarázzák. A villamosság és mágnesesség tanításának módszerében történt változásokra az a jellemző,

hogy széles körben alkalmazzák az elektronelméleteket és a mezőről alkotott fogalmakat, továbbá az iskolai tananyagban beiktatták az elektronika alkotóelemeit.

Kelet-Európa országai fizikaoktatási programjainak összehasonlításából kiderül, hogy a programok az egyes országokban a fizika ugyanazon alapvető témaköreit tartalmazzák. Az azonos fejezetekkel kapcsolatos tananyag elsajátításának terjedelme és mértéke nem egyforma, de nagyon hasonló. Jelenleg az egyes fejezetek tanítására fordított átlag idő az országok viszonylatában a következőképpen oszlik meg: mechanika – az oktatásra szánt idő 32 %-a; molekuláris fizika és termodinamika – 16 %; elektrodinamika – 29 %; optika – 9 %; az atom és atommag fizikája – 6 %; egyéb – 8 % (dolgozatok írására, összegező órákra stb. szánt idő). A mechanika és elektrodinamika fejezeteinek oktatására szánt idő szinte valamennyi országban azonos, ami arról tanúskodik, hogy az ilyen óraszámegoszlás nem véletlen. Magyarország viszonylatában igen magas, a többi országok óraszámához viszonyítva, éspedig az oktatási idő 13 %-át az atom és az atommag fizikájának tanítására használják fel. Különben, nemcsak mi magyarok, de a tantárgyfejlesztéssel foglalkozó orosz, ukrán, lengyel tudóspedagógusok is ezt igen jónak tartják.

Az említett országokban folyó fizikaoktatásra jellemző a tananyag rendszerezése is. A programok többségében összegező órákat is előirányoznak. Ezekben a foglalkozásokon nemcsak a tananyagot ismételik, illetve rendszerezik, hanem az elsajátított ismeretekre építve a pedagógus megismerteti a tanulókat a világ tudományos fejlődésével, aláhúzza az energia megmaradására és átalakulására vonatkozó egyetemességét, fizika gnoszológiai és társadalmi jelentőségét.

Az iskolai fizikaszertárak berendezésének fejlesztésében fontos törekvés, hogy a fejezetek szerint alakítsanak ki olyan eszköz-készleteket, melyek révén a tanulók önállóan elvégezhetik a program által előirányzott valamennyi kísérletet. Az új programok szembe-

tűnő tendenciája az is, hogy a munkaigényes és drága demonstrációs-kísérleteket speciális oktatófilmekkel helyettesítik. Az említett országokban alkalmazott oktatóberendezés sajátossága az, hogy egyes műszerek többször is felhasználhatók, a tananyag több témájának illusztrálására.

Az oktatás korszerű anyagi és műszaki eszközeinek kifejlődése módot ad arra, hogy lényegesen lerövidítsük a tananyag átadásának idejét, és fokozzuk az oktatás hatékonyságát. Vigyázzunk azonban mivel ez bizonyos veszélyekkel is jár. Pl. egyes országokban a fizikaoktatás technizációja ahhoz vezetett, hogy a tanulók érdeklődése a tantárgy iránt csökkent. Emiatt, ennek ellensúlyozása érdekében, különösen szükségessé válik, hogy az oktatás során fokozzuk annak motivációs oldalát. A motiváció fokozásának egyik eszköze, ha feltárjuk a tudomány szociális szerepét, mégpedig történelmi vetületben, azaz a történelmi jelentőségű kísérleteket, a tudósok szerepét az állam társadalmi életében stb. A hazai és külföldi tapasztalatok azt bizonyítják, hogy a fizikaoktatás tartalmának humanizálásával lényegesen növelhetjük az iskolások érdeklődését a tudomány és ezen belül a fizika iránt.

Végezetül hangsúlyozni kívánjuk, hogy Közép-Kelet-Európa fizikatanításával foglalkozó szakemberek egyre határozottabban sürgetik, hogy a fizikaoktatását új fejlődési pályára kell állítani, át kell alakítani egyoldalú, kimondottan diszciplinaorientáltságot. A tantárgypedagógusoknak meg kell találni a helyes utat a probléma megoldásához, mégpedig az iskolások oktatásának és nevelésének egységes kontextusában.

Meghatározóvá kell tenni azt az elvet, amely az iskolai fizikatanítás folyamatában biztosítja az extenzív tanítási módszerről az intenzív módszerre való átmenetet. Azaz, biztosítani kell az átmenetet a képzés pragmatikus végcéljaitól a tanuló személyisége fejlesztésének és nevelésének általánosabb és fundamentálisabb céljaira.

Összegezve a szaktekintélyek véleményét, amely egyértelműen kimondja, hogy a fizika oktatásának folyamatába, a közeljövőben, a következő nemzetközileg is elfogadott, korsze-

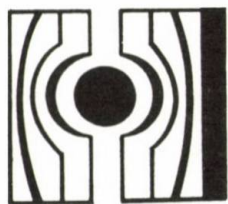
rű tendenciák fognak beépülni, kikristályosodni:

- a) a tananyag koncentrikus felépítése a fundamentális eszmék életkori sajátosságok spirális fejlesztésével;
- b) differenciált tanítás a tudományos ismeretek magjának, mint mindenki számára kötelező minimális képzési komponense alapján;
- c) az oktatás minőségének fokozása a fundamentális elméletek alapján és kísérletek révén;
- d) a tanulók megismerő képességének fejlesztése nemcsak a tudományos ismeretek végeredményeinek elsajátítása során, hanem a megismerés eszközét szolgáló módszertan elsajátítása és az ismeretek egységes tudományos világképpé ötvözése révén;
- e) a fizika oktatásának humanizálása a tudománytörténet, a tudósok munkásságának bemutatása, valamint a természettudomány és a társadalomtudomány szerves kapcsolata révén;

f) az oktatás tartalmi és formai egysége elvének realizálása egy olyan oktató-módszertani komplexum kidolgozásánál, amely biztosítja a tanítás, a fejlődés és a nevelés egységes folyamatát.

Számunkra egyértelmű, hogy Kelet-Európa országai fizikaoktatásában bekövetkezik egy új irányzat, amely a diszciplinaorientált fizikaoktatásával párhuzamosan alakul ki és természettudományos nevelést biztosít azon gyermekek számára, akik nem választják életpályául az illető tantárgyat.¹

A természettudományos nevelés társadalmi orientációjának érvényesítésénél nekünk magyaroknak az átlagosnál is nagyobb a felelősségünk, mivel a természettudományos oktatás terén igen jelentős hagyományokkal rendelkezünk. A nálunk felhalmozott szellemi potenciál és tapasztalat egyértelműen alkalmas arra, hogy nemzetközi viszonylatban is részt vállaljunk az új természettudományos nevelés megformálásában.



KONTINUITÁS

Dr. Szabó Árpád

Ortvy Rudolf (1885-1945)

Századunk 20-as és 30-as éve a fizika fejlődésének aranykora. Ezekben az években egy új világ, egy új fizika volt születőben. Ezekre az évekre esik Ortvy Rudolf aktív tudományos munkássága is. Egyénisége jó összhangban volt azzal a korrallal, amelyben élt. Nem passzív szemlélője volt a csodálatos kornak, hanem együtt is lélegzett vele. Neki köszönhetjük, hogy Magyarországon az

európai szintű modern elméleti fizikai oktatás és kutatás oly hamar tért hódított. Igazi nagy egyéniség volt, a kor azon óriása, aki tekintélyét, ismertségét arra használta, hogy tanítványai „nagy” fizikusokká, méltó utódokká váljanak. Ortvy professzor elismerten nagy tudós, mindenki által tisztelt, nagyra becsült, mindenkor feltétlenül igazságos tudós-tanár volt.

Ortvay Rudolf 1885. január 1-jén született Miskolcon. Apai ágon hagyományai voltak a tudományos életpályának, több orvos, akadémikus rokona is volt. Apja öccse, Ortvay Tivadar is akadémikus, a pozsonyi egyetem professzora volt.

Apja, Ortvay Miksa jogot végzett, fiatalon törvényszéki elnök lett Miskolcon és nyugdíjazásáig ezt a tisztséget töltötte be. Buzgó katolikus volt. Fiát a pesti Jezsuita Gimnáziumba íratta be és nyolc éven keresztül a Ferenc József Nevelőintézet növendéke lett. A gimnáziumot jeles érettségivel fejezte be és a pesti egyetem Orvosi Karára jelentkezett, de két év után átiratkozott ugyanennek az egyetemnek a bölcsészeti karára, ahol matematikát és fizikát tanulhatott. További két év után, 1906-1908 között, tanulmányait a göttingai Tudományegyetemen folytatta. A göttingai egyetem akkor az európai matematika központja volt, a leghíresebb matematikusok dolgoztak ott. Ortvay Rudolfot egész életén végigkísérte D. Hilbert, H. Minkowsky, Félix Klein hatása.

1908-ban tért haza Göttingából. Tangl Károly hívta meg asszisztensnek Kolozsvárra. 1909-1912 között a kolozsvári Ferencz József Tudományegyetem Természettani Intézetének a tanársegédje. Közben doktori oklevelet szerzett. Lehetősége nyílt ösztöndíjasként néhány hónapot Zürichben P. Debye professzornál dolgozni, majd két évet Münchenben A. Sommerfeldnél, ahol anyagszerkezettel foglalkozott. Az 1914/1915-ös tanévben a kolozsvári Ferencz József Tudományegyetemen magántanári, az 1915/1916-os tanévben pedig helyetttestanári megbízása volt. 1916-ban az egyetem Matematikai Természettan Tanszékére nevezik ki nyilvános rendes tanárnak.

Az 1919-es román megszállás a kolozsvári egyetemen való működésének végét jelentette. Budapestre költözött és a pesti egyetemen tartott előadásokat. 1920-ban a szegedi egyetem tanárává nevezik ki. Az első években nem adja fel pesti lakását, „ingázik” Szeged és Budapest között. Amikor azonban az 1923/1924-es tanévben a Matematikai Természettudományi Kar dékánja lett, Szegedre költözött, és a további szegedi tanársága idején végig Szegeden

lakott. Az 1924-1927-es években a szegedi Acta természettudományi értekezéseit szerkeszti.

1928. augusztus 7-től Ortvay Rudolf az elméleti fizika tanára a Pázmány Péter Tudományegyetemen és haláláig a budapesti Tudományegyetemen az Elméleti Fizikai Intézet vezetője. Megjelenésével az elméleti fizika oktatása a pesti egyetemen fél évszázados elmaradottságából egyszerre a kor színvonalára ugrott. Ortvayval új korszak kezdődött a pesti tudományos életben. Számára a fizikát a kvantumelmélet és a relativitáselmélet jelentette. Ő azt a levegőt szívtá, amely akkor Európa tudományos központjait töltötte be. Elsősorban az ő érdeme, hogy a magyar elméleti fizika felzárkózott a világszínvonalhoz, bár Ortvay Rudolf nem annyira kutató, mint inkább oktató és lelkes szervező volt.

1928-ban elkezdte a kor színvonalán álló pesti egyetemi előadásait az elméleti fizika minden területéről. Az elméleti fizikai szemináriumokon a hallgatók is tartottak előadásokat a kijelölt témáról. Felkarolta a tehetségeket. Ortvay Rudolf hatása érzékelhető volt az egyetemi oktatás más területén is, különösen a matematikában és a kémiában. Hatást gyakorolt a társtudományok oktatásának modernizálására. Korszerűsítette az Elméleti Fizikai Intézet könyvtárát. Beszerezte a jelentős német és angol nyelvű folyóiratokat. Az intézetet megnyitotta minden érdeklődő számára. Maga is sokszorosított jegyzeteket készített a hallgatók számára.

1929. október 17-én Ortvay Rudolf elindítja a méltán híres kollokviumok sorát, amelyeken neves hazai tudósok Tangl Károly, Rybar István, Pogány Béla és mások, vagy az akkor még magyarnak, később már csak magyar származásúnak tartott olyan kimagasló egyéniségek, mint Wigner Jenő, Neumann János, Teller Ede, Hevesy György, Szilárd Leó, Lánosz Kornél, Gábor Dénes, Tisza László (ő volt az első előadó) és még mások tartottak előadásokat, vagy látták el tanácsokkal kiterjedt levelezésük során. Ortvayt szoros barátság fűzte e tudósokhoz és főként rajtuk keresztül áradt Magyarországra a kialakuló új fizika ha-

tása. A kezdeményezésére jártak Magyarországon és tartottak előadásokat a kollokviumokon olyan híres külföldi egyéniségek, mint A. Sommerfeld, P. Debye, W. Heisenberg, A. Eddington, P. Dirac, W. Bothe. Ők és még sokan mások hozták a modern fizika új szemléletét. A kollokviumokon a rendszeresen résztvevők száma 50-60 fő volt. A kollokviumok sokban hozzásegítették Ortway Rudolfot ahhoz, hogy kiváló fiatal elméleti fizikusokat segítsen útjukra. Bekapcsolta a hazai elméleti fizikát a tudományos nagy nemzetközi vérkeringésbe. Külföldön is tartott előadásokat, így Németországban, az Egyesült Államokban és Indiában is. Rendkívül olvasott, széles látókörű ember volt, akit a fizika mellett a matematika, a csillagászat, a biológia, a filozófia és az archeológia is érdekelt.

Sokoldalúsága, megnyerő egyénisége révén a fizika számos vezető egyéniségével tartott rendszeres kapcsolatot. Kiterjedt levelezést folytatott nemcsak az említett tudósokkal, de a külföldi tudományos világgal is. Itthoni és külföldi kapcsolatait munkatársai, tanítványai érdekében használta fel munkájuk elismertetésére, ösztöndíjak szerzésére.

Tanítványai Ortway professzort nagy tudású, szigorú, fegyelmezett viselkedést megkövetelő tanárnak tartották. Hallgatóit a vizsgákon mindig tisztelettel és türelemmel hallgatta, a vizsgákon tudni kellett és ezért sokan félték tőle.

Ortway professzor kezdeményezésére lett az Akadémia tiszteletbeli tagja A. Sommerfeld (1930), A. Eddington (1932), C. Raman (1937), N. Bohr (1938), P. Debye (1940), M.

Planck (1940), de 1934-ben Neumann Jánost nem sikerült tiszteletbeli taggá választatnia.

1940-ben Ortway Rudolfot választották az Eötvös Társulat titkárává, a Matematikai és Fizikai Lapok fizikus szerkesztőjévé.

Figyelme a negyvenes években a fizikáról a világpolitika felé fordul. Először a lengyel matematikusok érdekében tevékenykedik, azután a hazai zsidóüldözéssel kell szembenéznie. Utolsó éveiben Ortway Rudolfon mindinkább erőt vesz a reménytelenség érzése. Többször megbetegszik és kerül kórházba, szanatóriumba.

Ortway Rudolf számos tudományos dolgozatot, könyvet írt. Első dolgozatát 1911-ben a Matematikai és Természettudományi Értesítőben közölte. Dolgozataiban a folyadékok és szilárd testek fizikai tulajdonságainak vizsgálatával foglalkozott.

Számos tudományos egyesület tagja. Tagja a Deutsche Physikalische Gesellschaftnak, a Deutsche Mathematische Vereinigungnak, az Astronomische Gesellschaftnak. Tagja a Magyar Filozófiai Társaságnak, a „Stella” Csillagászati Egyesületnek, az Eötvös Loránd Matematikai és Fizikai Társulatnak, a Természettudományi Társulatnak, a Magyar Aeroszövetségnek, a Magyar Tudományos Akadémiának (1925).

Az 1944-es év elviselhetetlen számára. A közvetlen munkatársak, barátok között több öngyilkos lesz. Rajta is erőt vesz a depresszió. A budapesti ostrom közvetlen megpróbáltatásait meggyengült idegállapota nem volt képes elviselni és 1945. január 2-án öngyilkos lett.

Könyvajánlat

*Dr. Molnár Miklós -
Dr. Gyémánt Iván*

Hússzor hat

Fizikai feladatsorozatok és megoldásaik felvételizőknek

A kiadvány húsz feladatsorozatot tartalmaz, amelyek egyenként hat-hat feladathból állnak. A feladatsorokon belül a feladatok általában növekvő nehézségi fok szerint követik egymást. Egy-egy feladatsor felöleli a fizika főbb területeit: mechanika, hőtan, fénytan, elektromosságtan, atomfizika. A könyv a 120 feladat mellett, a vég-eredmények közlésén túl, a feladatok részletes, didaktikailag átgondolt megoldását is tartalmazza. A kiadvány így a felvételire készülő tanulók önálló munkáját messzemenően elősegíti. A példatárat érettségire, illetve egy-egy tananyagrészt dolgozatára készülő diák (esetleg tanár kolléga) számára is ajánljuk.

Megjelent

ára: 329,- Ft

Dr. Karácsonyi Rezső

Fizikai feladatok és tévedések

Számos fizika példatár található a könyvpiacon. Ez a kis könyvecske abban hoz újat, ahogyan ismerteti egy példa megoldásának menetét.

A könyvben konkrét feladatokon keresztül mutatja be a szerző a fizikai feladatok megoldása során leggyakrabban elkövetett típushibákat. A hibák bemutatása mellett rövid elemzések vannak arról, hogy általában milyen gondolatmenet tereli a tanulókat tévútra. Ezek után a helyes megoldás felvázolása következik egy, néha több úton. A könyv a fizika felvételire való felkészülésben jelenthet segítséget főként azoknak, akik a „rutin feladatokon” már túl vannak.

Megjelent

ára: 242,- Ft

ÉRETTSÉGI ÉS FELVÉTELI FELADATOK

A kiadványok a felsőfokú oktatási intézmények elmúlt éveinek felvételi és érettségi feladatsorát, valamint azok megoldásait tartalmazzák. A kötetenként 15-20 feladatsor segíti az eredményes felkészülést az érettségi illetve a felvételi vizsgákra.

BIOLÓGIA (1988-1992)
FÖLDRAJZ (1989-1992)
FIZIKA (1990-1993)
MATEMATIKA (1990-1993)
MAGYAR NYELV ÉS IRODALOM
(1987-1993)
KÉMIA (1988-1992)
TÖRTÉNELEM (1989-1993)